Educación, Neurociencia y Nuevas Tecnologías

¿ CÓMO APRENDE EL CEREBRO EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO ?

Gustavo de Elorza Feldborg

Educación, Neurociencia y Nuevas Tecnologías
¿Cómo aprende el cerebro en la Sociedad de la Información y el conocimiento?

Educación, Neurociencia y Nuevas Tecnologías

¿Cómo aprende el cerebro en la Sociedad de la Información y el conocimiento?

Gustavo de Elorza Feldborg

Índice de contenido

Portadilla

Legales

Prólogo
- La Educación a examen
  - La nueva normalidad

Introducción
- Pedagogías del andamiaje y cognición distribuida

Capítulo 1
- ¿Por qué hablar de Neurociencia en Educación?

Capítulo 2
- Las nuevas tecnologías y sus potencialidades didácticas

Capítulo 3
- Neurociencia cognitiva y educación

Capítulo 4
- El cerebro y el procesamiento de la información

Capítulo 5
- El cerebro y el aprendizaje

Capítulo 6
- La neurodidáctica: una revolución en enseñanza y aprendizaje

Capítulo 7
- Mitos y verdades sobre la neurociencia

Capítulo 8
- Nuevas Tecnologías y neurociencia: del conductismo al constructivismo

Capítulo 9
- Neurociencia y educación: la conveniencia del trabajo conjunto

Capítulo 10
¿Por qué un Modelo Neuro-tecno-pedagógico?
El Cerebro y los Dispositivos Neuro-Tecno-Pedagógicos (Claves educativas)

A modo de epílogo
La educación y el gran desnudo de la brecha tecnopedagógica

Referencias bibliográficas

Bibliografia

Elorza Feldborg, Gustavo Alberto de
Educación, neurociencia y nuevas tecnologías / Gustavo Alberto de Elorza Feldborg. - 1a ed. - La Plata : Arte editorial Servicop, 2021.
Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-803-054-8

1. Neurociencias. I. Título.
CDD 612.825

© 2021, Gustavo de Elorza Feldborg

Digitalización: Proyecto451

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático.

Inscripción ley 11.723 en trámite
ISBN edición digital (ePub): 978-987-803-054-8

Para Grisel, mi compañera de rutas y aventuras,
para Samuel, un poderoso motor, que nos empuja hacia adelante,
y para Camila, el combustible, que nos alienta a continuar.

PRÓLOGO

LA EDUCACIÓN A EXAMEN

Transcurría febrero de 2020 y todo parecía estar preparado para el comienzo de un nuevo ciclo lectivo en Argentina. El acelerado ritmo de las reuniones iniciales de profesores, junto a sus equipos directivos, brindaba escenarios para el análisis y planificaciones de las acciones que más tarde se implementarían con los estudiantes dentro de los ámbitos escolares. Por cierto, nada nuevo, si lo comparamos con los últimos 30 años.

Algunos rumores y ciertas noticias comenzaban a ocupar gran parte del tiempo de las pantallas digitales en las arácnidas redes sociales. En ellas se informaba sobre la mutación de un virus aparecido en Oriente, demasiado lejano para concitar nuestra atención prioritaria. Nos sobrecogía algo parecido a la indiferencia sustentada en el desconocimiento de lo que en realidad, y luego de poco tiempo, desataría uno de los peores escenarios que los humanos y las sociedades a escala mundial tendríamos que enfrentar.

Con el correr de los días, todo el sistema nervioso digital del mundo comenzó a referenciar y a dar señales de una escalada informacional, y casi al nivel de infoxicación, acerca de que el virus de Oriente se expandía por el planeta con un mecanismo de contagio vertiginoso y a un ritmo letal.

Las sociedades a nivel global fueron capturadas en su atención ante la urgente necesidad de saber más sobre él y cómo este llegaría afectar a las personas.

La desorientación que en muchos países reinaba, y aún reina, ante este enemigo invisible, muy difícil de discernir en sus movimientos estratégicos de contagio, parecía no tener respuestas.

Así empezaron simultáneamente los mecanismos humanos de protección, y no tardó en llegar uno de los dispositivos sanitarios quizás mas impensados para nuestra memoria: la cuarentena (1), tal vez, el menos deseado para un siglo en el que el desarrollo de la digitalización y la

hiperculturalidad del mundo se encuentra en plena fase de expansión en todo lo referido a conexiones, encuentros y nuevas formas de estar juntos.

Con el paso de los días, las noticias se volvieron más alarmantes, lo que obligó a reorganizaciones de todas las esferas y actividades sociales, las que se vieron empujadas a reinventarse, por lo menos en las formas cotidianas de vivir.

La amenaza y letalidad del contagio —al cual quedamos enfrentados— obligó a los gobiernos del mundo a intervenir sectores considerados como vulnerables ante el fenómeno de una ya establecida pandemia.

La educación no tardó en su anuncio, casi al unísono y de manera global, acerca de que los niños, niñas, jóvenes y adultos no podían, por lo menos por un tiempo, volver a encontrarse dentro de sus espacios educativos físicos.

Esta decisión despertó en las instituciones educativas la adrenalina de una jugada de ajedrez, que ponía en jaque las formas y organizaciones del sistema, el cual en su primera fase no tenía pensado, y mucho menos se encontraba preparado, para interrumpir durante un largo período las acciones y las lógicas de una educación tradicional, lineal y casi me atrevo a decir estructuralmente presencial.

Así comenzó un agobiante camino para los sectores relacionados con procesos de enseñanza y de aprendizaje, cuyo mayor interrogante se encarnaba en la pregunta: ¿cómo se lleva adelante una educación en la que nuestros estudiantes no están en forma presencial física junto a nosotros, los educadores?

El virus aparecido en Oriente, ya con una presencia mundial, no sólo era letal para las personas, sino que también presentaba batalla y desafiaba a la organización del mundo tal cual lo conocíamos y vivíamos. Efectivamente, ahora debíamos reconsiderar y reinventar lo que antes teníamos como conocido y seguro.

De la noche a la mañana y casi sin darnos cuenta, nos encontramos que 516 millones de estudiantes en 73 países, se debían quedar en sus casas, ya que se habían suspendido sus clases presenciales.

El agravante para muchos de estos países se encuentra en las formas estructurantes y rígidas de sus sistemas educativos, las que continúan reflejando lógicas y organizaciones de una educación tradicional, lineal y obsoleta, de corte industrial, desfasadas y muy desactualizadas ante las demandas del siglo XXI, cuyo eje y modelo organizador es la *hipercultura*. Por "hipercultura" entendemos una forma disruptiva de trabajo, pensamiento, comunicación y formas relacionales que operan en red, superando todos los límites físicos, cuyas estructuras de ideas y de procesos de pensamiento no responden a contextos organizacionales de linealidad y secuencialidad como en los siglos pasados.

Nada nos dice cómo seguirá el avance de este subrepticio virus que una vez se las ingenió para aparecer en Oriente. Tampoco sabemos a ciencia cierta, por lo menos en el corto plazo, de donde vendrá la tan esperada vacuna que nos inmunice de esta pandemia, y también ignoramos cómo serán las nuevas formas en que el mundo continuará su organización en todas sus esferas.

Por ello es necesario, y casi urgente, comenzar a preguntarnos, analizar e instrumentar posibles escenarios mediante acertadas e inteligentes decisiones sobre políticas educativas que nos permitan en estos tiempos, y de aquí en adelante, dar soluciones. Las mismas que no sólo reflejen, sino que puedan alinearse a la organización que el siglo XXI y la hiperculturalidad exigen, además de permitir mantener la continuidad pedagógica frente a estas circunstancias con una respetable calidad educativa de alcance masivo. Para lograrlo, el desafío es inmenso y no todos los Estados se hallarán a la altura de las demandas, puesto que es necesario que se brinden todos los medios, recursos, infraestructuras y ayudas tecnológicas, además de una buena conexión a Internet, a fin de que se garantice el acceso de oportunidad a los escenarios de no presencialidad física, si es que así debemos continuar.

Al día de hoy, las pantallas digitales y las redes sociales continúan replicando y viralizando información proveniente de sectores científicos y de investigación y también, claro, no faltan las indeseadas *fake news*, acerca de cómo puede ser la posible cara de este enemigo invisible.

Lo que es indudable es que fueron muy pocos los países que se encontraban preparados para conmutar la continuidad educativa de la forma

presencial física a la presencial virtual y en línea. En cuanto al resto, luego de superar las primeras instancias en el desconocimiento de cómo resolver estas cuestiones para dar respuestas educativas, creó con lo que encontró a mano una suerte de dispositivo tecno-pedagógico, que pronto podremos evaluar en la eficiencia de sus resultados.

Mientras tanto, sólo nos queda seguir presentando batalla sin desalentarnos, teniendo en claro que la educación, hoy más que nunca, está siendo evaluada y que este virus aparecido una vez en Oriente es su principal evaluador.

LA NUEVA NORMALIDAD

El transcurrir de los meses y la extensión del aislamiento social preventivo y obligatorio impuso la necesidad de una urgente transformación social frente a la demanda de nuevas configuraciones en los escenarios laborales, sociales, económicos, políticos y, por supuesto, educativos.

La transformación de los ámbitos académicos, sin lugar a dudas, ha planteado uno de los principales retos en lo que va del siglo XXI. Sin embargo, las estructuras y el sistema educativo de la Argentina mantienen de forma forzada su rigidez original y hasta casi fundacional, como lo fue durante la sociedad industrial, y que al día de hoy da muestras concretas de su obsolescencia.

La demanda inmediata y situacional de la pandemia colocó a los docentes frente a un desafío de readecuar sus prácticas educativas, sus fundamentaciones y hasta sus perspectivas pedagógicas, las cuales parecían ser una suerte de herencia del sistema educativo de los últimos 150 años, que condicionan y proyectan todavía ciertos fracasos de la educación.

Claro está que el margen de maniobra con el que contaban los docentes para esta mutación era casi nulo, ya que en muchos casos las capacitaciones y la formación sobre el desarrollo de procesos de enseñanza y de aprendizaje en escenarios de virtualidad no habían sido previstos como un requerimiento necesario para esta época, a pesar de encontrarnos en un tiempo en el que la conectividad, los desarrollos tecnológicos, la sociedad de la información y el conocimiento, la inteligencia colectiva y la

pedagogía en red, por mencionar solo algunos, son las marcas fundamentales. En este contexto se deberían configurar escenarios cualitativamente diferentes para el aprendizaje de las personas (Barron, 2006).

También cabe mencionar que la oferta de dispositivos de capacitación aplicados a la educación previos a la pandemia, y los que se han implementado durante la misma, sostienen y adolecen del mismo sesgo de error. Muchos se encuentran mal diseñados, por centrarse en la mayoría de los casos en una formación instrumentalista, lejos de formar para el desarrollo de prácticas pedagógicas y didácticas sustentadas en ambientes digitales en contextos de virtualidad.

Ahora bien, ¿en qué ayudó a la educación, todo este proceso de cambio junto con sus demandas? Además de no dejarnos alternativa posible, en sumergirnos de una manera involuntaria en este escenario, pese a que ya lo veníamos anticipando.

Súbitamente nos encontramos ante la necesidad, que ya había surgido de la observación de nuestro sistema educativo, de un inminente cambio hacia otro paradigma pedagógico. Este planteo, que no surgió con la pandemia pero se impuso a causa de ella había suscitado anteriormente innumerables objeciones todas referidas a que un cambio de esta magnitud, refiriéndose a la incorporación de las Nuevas Tecnologías como potenciadoras de los aprendizajes, llevaría mucho tiempo, e incluso décadas. Pero todo esto, por supuesto, era hasta antes de la aparición del COVID 19, ya que este pequeño enemigo invisible, de la noche a la mañana, nos desalojó de una educación presencial, arraigada por décadas, desafiándonos como educadores a reinventarnos y a transformar nuestras concepciones y supuestos de las prácticas docentes, con el objetivo de mantener la continuidad pedagógica de nuestros estudiantes y también, del sistema educativo como tal.

Cabe destacar que la labor de los docentes, su esfuerzo, creatividad y dedicación deberían nuevamente otorgarles el status social y el reconocimiento que supieron tener en otro tiempo, sumado al acompañamiento, reconocimiento económico y propuestas que apunten a una formación sólida, coherente y acorde a los tiempos que vivimos, con una proyección de mirada hacia el futuro cercano, en que pronto nos

encontraremos transitando. No tener en cuenta y no capitalizar todo esto que nos ha tocado vivir como experiencia educativa dentro de la virtualidad y de la utilización de las Nuevas Tecnologías, sería echar por tierra un gran esfuerzo, aprendizaje y sobre todo experiencias, que muchos docentes valoran como muy positivas y que se suman al despertar consciente de que otra educación es posible.

Entonces, surge la pregunta necesaria, ¿cómo será la nueva normalidad de la que tanto se habla, pero que poco logramos vislumbrar, sobre todo en el mundo educativo?

En algún momento volveremos a la forma y metodologías de la educación presencial, a un reencuentro con nuestros estudiantes, a vivir las experiencias del aula, como aquellas en que nos formamos tiempo atrás. Habrá de seguro muchas anécdotas, relatos y experiencias que compartiremos junto a ellos, y con certeza este será un tiempo de celebración para todos; pero en esta nueva normalidad, ¿cuál podría ser uno de los peligros que tendríamos que enfrentar? El que no quisiéramos que suceda es que muchos docentes no vean la hora de salir de la virtualidad y de todas sus exigencias porque se han sentido frustrados. Es bueno que analicemos que en esta mudanza hacia lo digital, tanto por falta de preparación, por desconocimiento y muchas veces por temores, hemos cometido errores que se han cristalizado en una sobreinformación de contenidos, materiales y actividades un tanto desmesuradas en relación a lo que un cerebro puede asimilar y procesar.

Abandonar la virtualidad significaría un inmenso retroceso, una gran pérdida, tanto para docentes como para los estudiantes, sobre todo por el futuro de estas generaciones que se están formando.

Por ello considero que la llamada “nueva normalidad”, podría ser enfrentada y asimilada como una experiencia que nos permitirá aprender a desarrollar nuestras clases en otra modalidad, la virtual, que sirva de complemento a lo presencial.

Otra forma de transitar hacia la nueva normalidad consistirá en comparar las experiencias de las clases presenciales y las nuevas experiencias en los escenarios de la virtualidad, valorando y apreciando errores, para con ellos

construir nuevos aprendizajes, que luego mejorarán los aprendizajes de nuestros estudiantes.

Tal vez el mejor aprendizaje de este nuevo escenario, sería poder autoevaluarnos como docentes y reflexionar sobre qué cosas nos hicieron falta, qué no sabíamos, dónde estuvimos perdidos y qué dificultades enfrentamos cuando nos tocó ser docentes en la virtualidad. Así también el Estado debería tomar conciencia y ocuparse de la necesidad de generar y acompañar con políticas educativas serias, coherentes y sostenibles en el tiempo, para que nadie quede fuera del sistema educativo.

Sin lugar a dudas, la gran mayoría de los docentes de todos los niveles del sistema educativo sabemos muy bien que los cambios necesarios a partir de la nueva normalidad se relacionan con la obtención de resultados distintos, y este es el gran desafío —lo era antes pero la pandemia lo ha desnudado— de prepararnos para acompañar a los niños, niñas y adolescentes a acceder a ese futuro que se aproxima con las herramientas indispensables producto de una mirada y de unas prácticas diferentes.

1- Si bien la palabra parece aludir a un período de 40 días, sin embargo el uso de la palabra tiene que ver con un tiempo variable de aislamiento preventivo a que se somete, por razones sanitarias, a personas o animales.

INTRODUCCIÓN

El presente libro se propone comunicar las mejoras e innovaciones que promueven el desarrollo de competencias digitales en la docencia, a través de la incorporación de algunos aportes de la Neurociencia Cognitiva, con el fin de obtener resultados que beneficien los procesos de formación a través de herramientas virtuales, tan necesarias en estos tiempos.

La propuesta apunta, en concreto, a la necesidad de enriquecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje en todos los niveles educativos. Por lo tanto, lo que se pretende con este libro, resultado de una investigación doctoral, es conocer la potencialidad de crecimiento en materia de competencias digitales de los docentes si se aplican conocimientos de las neurociencias cognitivas. Asimismo, abrir la reflexión sobre las prácticas educativas, muchas de ellas centradas hoy en día en metodologías tradicionales, mecánicas, repetitivas y por qué no con cierta obsolescencia en su relevancia y de escaso interés para los estudiantes, sobre todo para los jóvenes de este nuevo siglo.

Por lo tanto, este libro se propone el diseño de un modelo pedagógico en el uso de Intervenciones Educativas en Línea (IEL), aplicando a la educación algunos aportes de la Neurociencia Cognitiva, a fin de acercar a los docentes nuevas conceptualizaciones e innovaciones en el ámbito del desarrollo de competencias digitales, para establecer nuevas formas de construir y comunicar el conocimiento, en los nuevos escenarios educativos constituidos por los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje.

La presentación de este modelo que mencionamos busca fortalecer, en las prácticas educativas de los docentes, aspectos tales como: procesos comunicativos, interactivos, colaborativos y conectivos como desarrollo y resultado de la cultura digital, ámbito de la información en la Sociedad del Conocimiento, ámbito de las nuevas tecnologías y del aprendizaje. Siempre comprendiendo estos aspectos aplicados a las intervenciones educativas en línea, a través del uso de entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje.

Entre las potencialidades que tiene esta investigación debe señalarse que hay un creciente interés por las disciplinas neurocognitivas y que al ser un

campo de estudio reciente hay mucho por conocer y principios para establecer. Es un campo valioso que ha demostrado ser coherente y coordinar líneas investigativas con otros campos conexos.

Entre las limitaciones de esta investigación, hay que señalar la contracara de lo antes dicho: existen pocos antecedentes en la Argentina de estudios similares de los que recoger experiencia, y existe escasa aplicación, con lo que la mayoría de los avances han sido hechos en el campo teórico, o estableciendo relaciones temáticas con la educación, pero no a partir de estudios de campo validados que hayan sido refrendados por un cúmulo de conocimiento práctico en el mismo sentido.

Actualmente la pedagogía y las políticas educativas no se mueven con el mismo ritmo y de forma paralela a los avances científicos. Los resultados de los estudios científicos asociados con el mayor conocimiento de la actividad cerebral parecen hallarse fuera del campo de atención de las disciplinas pedagógicas. Esta propuesta pretende incorporar el conocimiento al que han contribuido las neurociencias en general y la neuropsicología en particular en relación a las elaboraciones didácticas y pedagógicas. La pregunta por la aplicación y contribución que pueden hacer el conocimiento científico y los avances tecnológicos a las nuevas didácticas y su influencia sobre los marcos teóricos y las políticas educativas está en el centro del presente estudio.

Este conjunto de fenómenos y la interrelación con la actualidad han contribuido a la aparición de una nueva disciplina, la neuroeducación. Esta se fundamenta en el conocimiento de los procesos que participan en el aprendizaje y la adquisición de saberes, y coloca su atención en elaborar un entorno pedagógico y didáctico que posibilite sacar el mayor provecho del potencial a través de las diferentes instancias del desarrollo. Es importante formatear el aprendizaje de una manera que encaje en el desarrollo de los estudiantes, entendiendo a estos como una unidad bio-psico-social e incluir tecnologías como instrumentos formales para contribuir al aprendizaje.

En 1894, Santiago Ramón y Cajal hizo un descubrimiento sobre la fisiología de las conexiones o uniones entre las neuronas. A partir de entonces ese conocimiento no ha dejado de crecer y ahora la moderna neurociencia y la psicología están arrojando cada vez más detalles. Las neuronas se vinculan entre ellas emitiendo brotes muy pequeños, llamados

espinas dendríticas, que tienen la posibilidad física de acceder a otras neuronas y establecer con ellas nuevos vínculos (sinapsis funcionales). Para que eso ocurra se activa un complejo proceso de activación secuencial de moléculas químicas. En el aprendizaje es muy importante la conformación de las condiciones que requiere el cerebro para hacerlo con eficacia (Morgado Bernal, 2012).

Para incorporar hábitos motores como andar en bicicleta o tocar el piano, o mentales, como una operación matemática, o el aprendizaje de un nuevo idioma, muchas de las representaciones neuronales que se forman sufren un proceso de migración desde el hipocampo, donde se originan, hasta otros sectores, como la corteza cerebral.

En el siglo XXI las investigaciones ahondaron sobre la genética del cerebro, llegando a la conclusión de que es posible un mejor desarrollo y evolución del mismo a través de diferentes estrategias de estimulación temprana. El aprendizaje da forma al cerebro, las conexiones poco frecuentadas desaparecen y las más activas se fortalecen. (Castillo Lenis, 2008)

Según el conocimiento tradicional que viene desde el siglo XX, las experiencias de los sujetos son acumulativas. Indiferentemente de si son experiencias o conceptos, todas las rutinas que persisten en el tiempo, aun las más simples, se inscriben en un entramado de percepciones, acciones y emociones. Esto permite que se estimulen determinados circuitos cerebrales, y estas conexiones al hacerse reiteradas se tornan en esquemas de conocimientos (Castillo Lenis, 2008).

La versatilidad del cerebro es justificada desde ese entonces a partir de las asociaciones entre neuronas. Estas asociaciones constituyen verdaderas redes neuronales que comienzan a complejizarse a través del conocimiento a partir del primer año de vida. Por ello es tan fundamental la estimulación temprana, puesto que los niños que la reciben elevan su capacidad intelectual porque desarrollan su cerebro mucho más que otros que empiezan tarde su aprendizaje (Castillo Lenis, 2008).

Recientemente ha surgido en la escena un nuevo terreno de investigaciones con la esperanza de destrabar el secreto de cómo ocurre el

aprendizaje. Abarca una gama de conceptos como “neurociencia educacional”, “neuroeducación y mente”, “cerebro y educación”.

Los primeros estudios basados en la actividad cerebral del tipo fMRI (resonancia magnética) se realizaron enseñando a los estudiantes lecciones de física dentro de un scanner de la actividad cerebral. A medida que los estudiantes aprendían sobre mecanismos físicos simples, los neurocientistas registraban su actividad cerebral e indagaban sobre los mecanismos cerebrales que se activaban (Adolphs, 2009 y Dehaene 1999). Tras el estudio, los científicos afirmaron seriamente que este tipo de investigación podría mejorar los métodos de enseñanza y proporcionar una nueva forma de evaluar el aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque ha sido explorado por científicos de Carnegie Mellon en la Universidad de Pittsburgh, Estados Unidos (Massa et al., 2018).

Sin embargo, hay opiniones encontradas en este campo. Bowers (2016) muestra reservas sobre la posibilidad de una neurociencia educacional. Para ella los estudios en base a las imágenes cerebrales de fMRI son inherentemente vagos y la técnica es demasiado cara para el uso rutinario en centros educativos y universidades. Opina que los estudios psicológicos basados en la conducta tienen mucho más que ofrecer.

El método llamado “spacedlearning” (aprendizaje espaciado) ya fue descrito en el siglo XIX por el psicólogo Hermann Ebbinghaus que encontró que la repetición es crucial para el aprendizaje, pero los recuerdos se forman de manera más consistente y estable en el tiempo, si estas repeticiones son espaciadas antes que acumuladas una tras la otra (Ebbinghaus, 2013). Hoy en día ya está demostrado en experimentos neurocientíficos dirigidos al estudio de la memoria (Martínez et al., 2008) que los estímulos repetidos, con brechas temporales, son una de las formas más confiables de convencer a las neuronas de que un evento vale el recuerdo.

Entre los métodos didácticos nuevos basados en los hallazgos de las neurociencias cognitivas que no se hubieran aplicado antes podemos mencionar el modelo de aprendizaje por refuerzo basado en modelos múltiples de Doya et al. (2001). La idea básica de este modelo es descomponer una tarea compleja en múltiples dimensiones en el espacio y el tiempo basándose en la predictibilidad de las dinámicas ambientales. El

sistema se compone de múltiples módulos, cada uno de los cuales consiste en un modelo de predicción del estado y un controlador del refuerzo en el aprendizaje. Los autores denominan “señal de responsabilidad” a una función softmax de predicción de errores, que se usa para ponderar los resultados de múltiples módulos, así como para vincular los aprendizajes de los modelos de predicción y los controladores de refuerzo de aprendizaje. Otro método de educación que surge a partir de las enseñanzas de las neurociencias cognitivas y toma fundamento allí es el de los mapas mentales. La necesidad de mostrar de forma explícita cómo nuevos conceptos y proposiciones son integrados en la estructura cognitiva del estudiante condujo al desarrollo del instrumento de un incipiente mapa mental que se desarrolla con las teorías de las neurociencias cognitivas (Novak, 2010). Las posibilidades que arrojaban los nuevos estudios sumadas a la mayor accesibilidad de la computadora en el aula y la mayor fluidez de Internet permitieron una nueva forma de organizar y entregar experiencias de aprendizaje. Novak & Cañas (2004) desarrollaron el Nuevo Modelo para la educación que puede servir como la columna vertebral del aprendiente en cualquier campo de estudio. Todas las diferentes actividades educativas usuales pueden ser combinadas e integradas a través del concepto evolutivo del mapa mental. Una de las ideas centrales, tomando como referencia la forma en que el cerebro organiza las ideas, es generar esqueletos radiales conceptuales que sirvan como puntapié inicial. Estos dispositivos de aprendizaje pueden ayudar a los estudiantes en su proceso de organizar la información de forma significativa en un terreno dado, y pueden servir como patrón “ausubeliano” (de las enseñanzas que nos legó Ausubel) para facilitar la integración de nuevos conceptos e ideas dentro del cuerpo existente de conocimiento relevante.

PEDAGOGÍAS DEL ANDAMIAJE Y COGNICIÓN DISTRIBUIDA

En las páginas que siguen exploraremos la posibilidad de un nuevo modelo pedagógico que tomará en consideración no solamente las nuevas herramientas cognitivas y pedagógicas, sino también las tecnológicas que se hacen imprescindibles en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en este siglo XXI.

Como sustrato, tendremos siempre en cuenta dos pilares fundamentales que hace tiempo ya fueron descriptos. El primero, las Pedagogías del Andamiaje, se lo debemos al psicólogo Jerome Seymour Bruner, quien tuvo dos etapas en su desarrollo conceptual. En la primera, estableció tres principios fundamentales: el aprendizaje por descubrimiento, la adecuación de los contenidos a la estructura cognitiva del aprendiz y el aprendizaje en forma "espiralada", lo que obliga a la confección de currículos que trabajen los mismos contenidos pero de forma cada vez más profunda. En una segunda etapa, el aporte de Bruner se sustentaría en dos conceptos fundamentales: primero, que la mayor parte del aprendizaje es una actividad realizada en común y no de forma aislada, y el segundo descubrimiento fue descripto con la metáfora del andamiaje. En efecto, según este autor, cuando se produce una interacción entre dos personas con el fin de provocar aprendizajes, el docente utiliza y despliega una serie de "andamios" que adecuan la ayuda al nivel de competencia que observa en el estudiante. A menor competencia, mayor cantidad de "andamios" que la apuntalen. Estos andamios o sistemas de ayuda permiten ir escalando en el aprendizaje y se van retirando a medida que no se necesitan más.

El segundo pilar fundamental sobre el que se apoya el modelo que presentamos es el propuesto por el psicólogo cognitivo Edwin Hutchins y consiste en la Cognición distribuida. Esta teoría explica la interacción entre los individuos, los artefactos y el medio ambiente y cómo la cognición se produce a partir del juego entrelazado de estos tres elementos. De esta teoría se desprende que el entorno (y sus artefactos) participan en la cognición, y que el aprendizaje subsiguiente persiste no solo en el aprendiente sino también en la forma que adopta el ordenamiento del entorno. Los procesos de aprendizaje resultan de la interacción entre personas e instrumentos que se relacionan para provocar la adaptación al sistema. En resumen, la cognición se da en el marco de una red de relaciones e interacciones entre seres humanos y artefactos, y el proceso de pensamiento está distribuido entre los diferentes agentes que configuran la red. El conocimiento, entonces, se construye a partir de esa red de forma dinámica, compleja e interactiva.

De esta forma podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que el ser humano modifica al mundo a través de herramientas y artefactos, obligándolo a adaptarse a sus multifacéticas necesidades. Sin embargo,

también es cierto que este mundo permanentemente modificado por el ser humano lo modifica a él mismo a su vez a través de esas y otras herramientas cada vez más sofisticadas producto de esa permanente interacción. Utilizar determinada tecnología —y aquí está el anclaje con nuestro modelo— modifica la plasticidad de la mente que a su vez se empleará en la mejora y el avance hacia nuevas tecnologías. En este contexto sería de suma importancia preguntarnos, antes de adentrarnos en la exposición de nuestro modelo, hasta qué punto el ser humano extiende su mente hacia los artefactos —computadoras, calculadoras— que ahora harán para él algunas tareas, hasta qué punto se deben delegar esas tareas en los artefactos y si sería mejor abandonar la enseñanza de ciertos contenidos que los artefactos por sí mismos nos pueden proporcionar.

Con estas preguntas en mente, que dejamos como interrogantes abiertos, intentaremos despejar algunas cuestiones acerca de cómo aprende el cerebro que aprende y qué modelo de enseñanza es el que más se ajusta a los nuevos territorios educativos en el paradigma de la comunicación y la información.

CAPÍTULO 1

¿POR QUÉ HABLAR DE NEUROCIENCIA EN EDUCACIÓN?

Para intentar responder a la cuestión de cómo aprende el cerebro en la sociedad de la información y el conocimiento, primero deberíamos preguntarnos cómo aprenden las personas en este nuevo contexto —ya no tan nuevo pero sí en constante cambio y adelanto— dominado por un cúmulo sin precedentes de información y conocimiento al alcance de un *click* y a una velocidad de transmisión cada vez más acelerada. El salto cualitativo —incluso cuantitativo— que implicó el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación no puede ser equiparable a otros "saltos" en el desarrollo de la especie humana que insumieron decenios e incluso siglos en terminar de perfilarse. Al abrigo de estos cambios estructurales (tómese por ejemplo la Revolución Industrial), las sociedades cambian, las configuraciones poblacionales cambian, las personas cambian, sus hábitos cambian, sus consumos culturales y materiales cambian, su capital simbólico cambia y, por supuesto, su modo de aprehender la información que está a su disposición cambia. Por esta razón es de esperar, también, que su modo de aprender cambie naturalmente y deba cambiar, además, por acción y efecto de quienes tienen a su cargo la tarea de enseñar. Ya no debería discutirse que en la sociedad de la información y el conocimiento cada vez se hace más necesario que los docentes reconozcan, dominen y apliquen con orientación didáctica y pedagógica las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Y es tan así por la sencilla razón de que sus prácticas educativas necesariamente deben circular por el mismo carril de los nuevos escenarios digitales–virtuales que ya están ampliamente instalados en la vida productiva fuera del entorno docente. Si la escuela no acompaña este desarrollo, que ya está ubicado con permanencia inamovible en las sociedades, quedará definitivamente desfasada y dejará a los alumnos sin las herramientas mínimas para desenvolverse en un mundo cada vez más competitivo. La incorporación de tecnologías en las instituciones educativas

es un proceso fundamental para contribuir y potenciar a la ciudadanía digital y acompañar procesos que ya tienen lugar hace tiempo en el afuera de los centros educativos.

La incorporación de tecnologías en las instituciones educativas es un proceso fundamental para contribuir y potenciar a la ciudadanía digital y acompañar procesos que ya tienen lugar hace tiempo en el afuera de los centros educativos.

Ahora bien, ¿de qué hablamos cuando hablamos de “nuevas tecnologías” a ser incorporadas al aula? Las nuevas tecnologías constituyen ese diverso conjunto de herramientas y recursos tecnológicos usados para comunicar, crear, diseminar, almacenar, administrar y recuperar información de la era digital contemporánea. Estas tecnologías incluyen las computadoras, la Internet de las cosas (2), las tecnologías de inteligencia artificial (3), los dispositivos móviles smart, el big data (4), las ciudades inteligentes (5), la realidad aumentada (6), los bitcoins (7), los blockchain (8) y los robots, los cuales se encuentran en pleno proceso de transformación en sus funciones, avanzando hacia una nueva etapa de consolidación antropomórfica, es de esperar, dentro de este siglo.

Uno de los grandes cambios que introducen las nuevas tecnologías es que su poder reside en la inmaterialidad, la cual se expresa en dimensiones y configuraciones virtuales, ya que la materia principal son los datos y la información (Herrera Jiménez, 2015). Las nuevas tecnologías posibilitan la interconexión, la interacción, la colaboración, la comunicación, la interactividad y la conectividad cognitiva tecno–humana, de manera instantánea y con elevados niveles de participación audiovisual. Al mismo tiempo, suponen la emergencia de nuevos códigos y lenguajes, la especialización paulatina de los contenidos, y el allanamiento del terreno para la concreción de actividades que hasta hace poco nadie hubiera imaginado.

Las nuevas tecnologías suponen la emergencia de nuevos códigos y lenguajes, la especialización paulatina de los contenidos, y el allanamiento del terreno para la concreción de actividades que hasta hace poco nadie hubiera imaginado.

Si la Escuela de Frankfurt ya había alertado en la primera mitad del siglo XX acerca de la masificación (La Sociedad de Masas) que comenzaba a instalarse como consecuencia de la revolución en las comunicaciones (imprenta, radio, cine, televisión), no es de extrañar que este fenómeno se multiplique exponencialmente —para bien y para mal— con el broche de oro de esa revolución que significó y significa internet y su subproducto, la globalización, entendida esta como el acortamiento de las distancias y el aplanamiento de las diferencias espaciales y culturales. El mundo globalizado está dominado por la comunicación y la información y por su velocidad de transferencia sincrónica y asincrónica. En un libro de 1995 el antropólogo argentino Néstor García Canclini (9) ya alertaba sobre los diferentes circuitos de desarrollo cultural y la forma en que los jóvenes los habitaban, mostrando la paradoja de que decrecientemente en aquellos en los que el Estado menos se involucraba justamente eran aquellos en los que los jóvenes más habitaban: el último, el de los sistemas de la información y de la comunicación y el penúltimo, el de la cultura de masas. Es verdad que desde el año 1995 hasta la fecha los Estados han ido revirtiendo esta situación, sin embargo es del todo evidente que la escuela y los docentes siguieron quedando un poco relegados en la agenda en cuanto a su introducción de lleno al territorio de las nuevas tecnologías y con ellas a la era de la información y la comunicación.

Se entiende que la implementación de estas herramientas que proporciona la Sociedad de la Información requiere de tiempo de preparación e internalización por parte del docente, puesto que es sabido que los cambios siempre son graduales y por etapas. Como decíamos al principio, la pregunta acerca de cómo aprende el cerebro debe responderse, primeramente con una más amplia: ¿Cómo aprenden las personas? Porque las personas aprenden en contexto, en relacionalidad con los otros y otras,

sus pares, con los y las docentes y con su entorno psico-bio-social. Por eso se vuelve
fundamental pensar en mejoras que tomen en cuenta ese contexto social-educativo en que nos encontremos, y en modelos innovadores que faciliten y posicionen mejor la actividad docente frente a los estudiantes. Dichas mejoras harán que las prácticas educativas sean más atractivas y enriquecedoras, tanto para unos como para otros, permitiendo reducir paulatinamente la brecha educativa generacional (de Elorza Feldborg, 2016).

Sabiendo mejor cómo aprende el que aprende, es posible diseñar y adaptar mejor las actividades y los medios a la hora de planificar e implementar intervenciones educativas en línea.

Es un hecho que el crecimiento y la disponibilidad de las nuevas tecnologías de información y comunicación ha aumentado significativamente la capacidad de crear y procesar datos duros, así como la velocidad de su producción. Por otra parte, el advenimiento de Internet ha entregado una cantidad nunca antes vista de información a las personas que, con la evolución de Internet de Web 1.0 a Web 2.0 abrió el abanico de herramientas para la interconexión global, así como la posibilidad de constituirse no solamente en usuarios sino también en productores de contenidos. Por último, la innovación en tecnologías digitales y dispositivos móviles ofrece a los individuos medios para conectarse en cualquier momento y lugar. Como puede observarse, tenemos a disposición una amplia gama de herramientas listas para ser utilizadas y ellas han demostrado tener un enorme potencial para transformar la educación, la formación laboral, el empleo y el acceso a recursos para todos los miembros de la comunidad.

No obstante, a pesar de que los usuarios tengan la capacidad de utilizar e incluso producir datos globalmente, este hecho no conduce necesariamente a la creación de conocimiento. La información no es por sí misma conocimiento, a menos que sea inscripta dentro de procesos de enseñanza y

aprendizaje. Para que pueda tener lugar la creación de conocimiento, es necesario generar conciencia y comprensión. La mejora de las capacidades humanas requiere de un análisis crítico, sistémico y configuracional de los datos, cuyo valor agregado resulte en la creación de ese conocimiento. No se trata simplemente de qué cantidad de datos tenemos accesibles y ni siquiera de qué cantidad de datos podemos internalizar. Para que esos datos se transformen en conocimiento hay que hacer algo con ellos. Y aquí reside una de las claves para empezar a comprender qué relación existe entre la proliferación de nuevas tecnologías y la educación. Para que esas nuevas tecnologías sean significativas en el aprendizaje, algo debe cambiar en el proceso de enseñanza con la ayuda de las herramientas que tan profusamente ofrece esta era de la comunicación y la información.

En este sentido, en los últimos años no sólo han existido transformaciones importantes en materia de herramientas tecnológicas sino en las ciencias cognitivas y en la forma de comprender funciones cerebrales humanas como la percepción, la atención y la memoria. Estas funciones que son tan importantes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje se observan desde una visión distinta en la actualidad. Y para ello debemos recurrir a los enormes avances en las neurociencias, que nos permiten tener mayor conocimiento y comprensión de los procesos mentales y las relaciones verbales entre estudiantes y educadores (Toro Arévalo, 2010). Sabiendo mejor cómo aprende el que aprende, es posible diseñar y adaptar mejor las actividades y los medios a la hora de planificar e implementar intervenciones educativas en línea. A este respecto debemos decir que no son pocas en la actualidad las capacitaciones ofrecidas a los docentes en el uso y aplicación de las nuevas tecnologías. Sin embargo, estas capacitaciones ponen la mirada en la enseñanza del carácter instrumental y operativo de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), pero dejan de lado el otro polo que necesariamente debe tenerse en cuenta: ¿cómo hacer para que ese uso sea relevante? Es decir, qué mecanismos se ponen en movimiento en el cerebro del estudiante cuando esas herramientas son aplicadas y cómo hacer para que su aplicación rinda el máximo de provecho para el que aprende.

La capacidad de los individuos de producir y usar datos en una escala global no necesariamente resulta en la creación de conocimiento, puesto que la información por sí sola, aunque sea entregada en grandes proporciones, no lo crea automáticamente. Para que pueda tener lugar la creación de conocimiento, es necesario generar conciencia y comprensión. La mejora de las capacidades humanas requiere de un análisis crítico, sistemático y configuracional de los datos, cuyo valor agregado resulte en la creación de ese conocimiento.

La psicología cognitiva ha mejorado la comprensión de lo que se llama "desempeño competente", es decir de las acciones que desarrolla la persona que aprende sirviéndose y aplicando las herramientas de conocimiento que ha podido internalizar, para resolver problemas variados, incluyendo las áreas sociales, como literatura o historia, así como también las matemáticas o la ciencia. Esto quiere decir que en la actualidad se puede comprender más y mejor no solamente las situaciones en las que un estudiante actúa con competencias, sino también las condiciones preexistentes para que ese estudiante pueda desempeñarse con competencias, lo que equivale a decir que actualmente puede comprenderse más acerca del proceso de adquirir dichas competencias.

Las investigaciones han demostrado que los aprendientes entienden, aunque sin saberlo, mucho sobre principios básicos intuitivamente o a través de procesos de los que no son absolutamente conscientes. Y este avance en la comprensión del proceso hace posible crear un currículo innovador que deje atrás viejos modelos de repetición y refuerzo positivo.

En cuanto a la transferencia de información y conocimiento, se ha avanzado mucho en mejorar las experiencias de aprendizaje de modo que puedan emplearse en diferentes ámbitos de aplicación. También la

antropología ha hecho su aporte para esclarecer que el aprendizaje tiene lugar en un contexto determinado regido por normas culturales y sociales específicas, junto con expectativas, sentidos y significados. Y son estos contextos los que influyen en el aprendizaje y la transferencia de información y conocimiento de forma intensa. No se trata solamente de un cerebro que aprende, sino de una persona, y de una persona situada, con entorno, atravesada por innumerables líneas contextuales, sociales, culturales, epocales, etarias, históricas, económicas, e incluso de competencias previas, lingüísticas o paralingüísticas, y amplias determinaciones psicológicas, emotivas o motivacionales.

La neurociencia, tal como veremos en profundidad más adelante, está empezando poco a poco a aportar evidencia sobre muchos principios del aprendizaje que han surgido de investigación de laboratorio, y está mostrando cómo el aprendizaje incluso modifica la estructura física del cerebro (neuroplasticidad) y, con eso, su organización funcional, de modo que el cerebro que aprende se modifica y ese cerebro, modificado, aprende entonces de otra manera —suponemos que en mejores condiciones—, en un círculo virtuoso y dialógico en constante evolución. Y esto es interesante porque el aprendizaje, formal o informal, es una de las funciones más elementales que forman parte de la cultura humana.

Conocer a través de los aportes de las neurociencias cómo las personas seleccionan, adquieren, retienen y organizan los nuevos conocimientos, puede colaborar en la elección de estrategias de enseñanza y de aprendizaje. En este sentido, las neurociencias tienen mucho que contribuir a la construcción del conocimiento, complementando lo que ya otras ciencias como la psicología han aportado.

En todo el mundo, cerca de 1900 millones de estudiantes asisten a centros educativos todos los días, en lo que constituye la experiencia de

aprendizaje más grande de la historia. No obstante, es evidente que esos millones de estudiantes no aprenden de idéntica manera ni terminan el proceso de aprendizaje ubicados en la misma línea de llegada. Este gran fenómeno de la educación está signado por la inequidad creciente, y este es uno de los problemas más graves del mundo, la desigualdad, que somete a las grandes mayorías a una situación de desventaja respecto de una pequeña minoría privilegiada. La educación no puede permanecer sin respuesta. Ha llegado el momento de que, guiada por evidencia científica y atravesada por experimentos pedagógicos, pueda ofrecer sus descubrimientos para que se traduzcan en mejoras sociales palpables.

A pesar del hecho obvio de que la educación está condicionada y limitada por la arquitectura y funcionamiento del cerebro humano, la neurociencia se ha mantenido hasta el momento distante de las aulas, y este es el asunto que proponemos revertir para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Muchos académicos sostienen todavía que este distanciamiento tiene raíces genuinas y prácticas, por eso hoy en día la investigación sobre el cerebro y la educación es una brecha que todavía debe ser salvada. Sostiene Novak (2010) que no necesariamente existe una coincidencia entre la pertinencia de la neurociencia para la ciencia y para la educación. Por ejemplo, puede ser muy relevante para la neurociencia que las regiones parietales y prefrontales son nodos esenciales para el procesamiento de números, pero esto no parece ser de mucha utilidad para una profesora que enseña matemática. Desde esa postura se asume que no existe un flujo continuo desde la neurociencia hacia la psicología y de allí a la educación. Sin embargo, es más plausible pensar que la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía logren fusionarse en la neuroeducación a través de un accionar sinérgico, aportando herramientas complementarias para entender la mente y actuar en concierto para la mejora educativa.

La educación mediada por entornos virtuales debe estar centrada en los estudiantes, orientada al aprendizaje activo, presentando situaciones que se aproximen lo máximo posible al mundo real.

Debe advertirse, sin embargo, que gran parte del conocimiento que existe en la actualidad sobre la materia es teórico. La brecha actual entre la neurociencia y la educación está siendo rellenada de manera irresponsable con programas que afirman estar basados en la ciencia del cerebro. La velocidad con la que dichos programas han ganado aceptación y actualidad es alarmante. Por ejemplo, algunos sugieren, haciendo una interpretación burda de las neurociencias, que los docentes deben identificar a los estudiantes como siendo zurdos o diestros, porque los individuos de acuerdo a la mano que usan prefieren una estimulación más lógica o más intuitiva. Esto es claramente un neuromito o, al menos, una lectura superficial de conclusiones de estudios de neurociencia. Sucede algo semejante cuando algunos entrenamientos para docentes les recomiendan identificar si sus estudiantes son “visuales”, “auditivos” o “kinestésicos”, cuando en realidad estas capacidades conviven en todas las personas y no puede orientarse un tipo de educación en una clasificación reducida a etiquetas. Obviamente, este tipo de aplicaciones es un obstáculo para la adecuada inserción de las neurociencias en las aulas.

Conocer a través de los aportes de las neurociencias cómo las personas seleccionan, adquieren, retienen y organizan los nuevos conocimientos, puede colaborar en la elección de estrategias de enseñanza y de aprendizaje. En este sentido, las neurociencias tienen mucho que contribuir a la construcción del conocimiento, complementando lo que ya otras ciencias como la psicología han aportado (Bravo, 2014).

Por todo lo dicho sostenemos que, frente a estas nuevas realidades, se impone la necesidad de brindar una nueva capacitación sobre buenas prácticas educativas bajo la modalidad *b-learning* (del inglés *blended learning*, aprendizaje combinado), en la cual no sólo se tenga en cuenta el desarrollo de competencias digitales, tan necesarias en estos tiempos para los profesores de los distintos niveles educativos, sino también se incorporen conocimientos de las neurociencias. La educación mediada por entornos virtuales debe estar centrada en los estudiantes, orientada al aprendizaje activo, presentando situaciones que se aproximen lo máximo posible al mundo real (Area, Borrás & San Nicolás, 2014).

La educación se está volviendo cada vez más necesaria para comprender los problemas de la sociedad adulta, como por ejemplo el dinero y la

libertad frente a las presiones económicas. Frente a ese reto, preparar para la vida, el hecho irrefutable es que no se conoce lo suficiente sobre el desarrollo intelectual como se cree. Es necesario, entonces, que la psicología se ponga a los hombros la gigante tarea de descubrir las condiciones en que se desarrollan las potencialidades de los estudiantes. Y para ello es crucial entender que el homo sapiens es un animal social cuyo desarrollo ocurre en las interacciones con otras personas y en relación con las transacciones e intercambios que es capaz de organizar con su entorno social (Stevenson-Hinde, 1988).

En conclusión, la educación se encuentra frente a nuevos desafíos hasta ahora inéditos. Por un lado, el desfasaje existente entre lo que sucede dentro del aula y lo que sucede afuera, evidenciando una marcada desconexión con la realidad. El mundo está en constante y acelerado cambio y la escuela padece de un asombroso inmovilismo. Enseñar para el afuera, preparar para el afuera, es el primer reto. En este contexto, es necesario incorporar inmediatamente el uso de nuevas tecnologías, es decir, dirigirse hacia la educación mediada por esas nuevas tecnologías, puesto que el estudiante ya está inserto en un mundo que se maneja con y a través de ellas. Sin embargo, el uso simple de esas tecnologías no es garantía de progreso ni de aprendizaje significativo. Por un lado, los docentes deben estar capacitados para realizar una aplicación correcta y pertinente, y deben manejar los entornos virtuales con solvencia y experticia. Por otro lado, deben saber que aun si este primer requisito fuera salvado exitosamente, todavía resta utilizar y aplicar otro tipo de conocimiento para que se dé el aprendizaje de forma correcta. Saber cómo aprende el cerebro que aprende y cómo aprenden las personas en relacionalidad es la llave que abrirá la puerta de una enseñanza y un aprendizaje que ya no es una opción entre otras, sino una necesidad y una exigencia del mundo en el que estamos viviendo y que esperará a nuestros estudiantes ni bien salgan de la escuela.

2- Se denomina “Internet de las cosas” a la interconexión a través de internet de dispositivos informáticos integrados en objetos de uso cotidiano para enviar y recibir datos, con lo cual se puede efectivamente controlar elementos inteligentes de forma remota. Es, por tanto, una red de objetos físicos (vehículos, máquinas, electrodomésticos, libros, paquetería, etc.) que con solo tener incorporadas etiquetas de radio (RFID) podrían ser gestionados por otros equipos como por seres humanos.

3- Reconocimiento automático del habla (Speech recognition); Procesamiento del lenguaje natural NLP (PLN en español); Reconocimiento visual (Visual Recognition); Reconocimiento de

texto (Text Recognition); Aprendizaje automático (Machine Learning); Deep Learning, etc.

4- “Big data” se refiere a un gran volumen de datos. La importancia de la Big data es el manejo que de ella hacen las organizaciones para gestionar sus negocios, generar ideas y tomar decisiones en movimientos estratégicos.

5- Se denomina “ciudad inteligente” a aquella ciudad que utiliza el potencial de la tecnología para hacerla más sustentable, para promover el desarrollo sostenible y para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

6- Es un conjunto de tecnologías que permite la combinación de elementos físicos con virtuales para que los usuarios los visualicen a través de dispositivos.

7- “Bitcoin” es un sistema de pagos consensuado, una moneda virtual, que opera de manera descentralizada y sin intermediarios y se utiliza para intercambiar bienes y servicios cuyas transacciones se realizan siempre a través de internet.

8- El “Blockchain” o “cadena de bloques” es un registro único consensuado donde se almacena información sobre transacciones. En el caso de las criptomonedas, podría decirse que es una suerte de contabilidad. La información está distribuida en nodos, lo que garantiza su disponibilidad en cualquier momento, y la hace segura, inalterable y perpetua. Blockchain es un medio para certificar y validar cualquier tipo de información. Es un registro no manipulable, descentralizado y confiable.

9- García Canclini, N. (1995). Consumidores y ciudadanos. Conflictos multiculturales de la globalización. México: Grijalbo.

CAPÍTULO 2

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y SUS POTENCIALIDADES DIDÁCTICAS

En el capítulo precedente intentamos mostrar la vinculación estrecha que existe entre la incorporación de las nuevas tecnologías y de los entornos virtuales a la enseñanza, y la optimización de los resultados al cabo del proceso, traducida en estudiantes que están mejor preparados para el afuera de la escuela. En ese intercambio de enseñanza y aprendizaje, virtuoso y co-construido, dijimos, es necesario tomar en consideración una variable más que casi siempre es omitida, esta es, la variable de analizar cómo, de qué forma y por qué vías aprende ese cerebro y esa persona que aprende, para conseguir que ese aprendizaje, aun el mediado por entornos virtuales y nuevas tecnologías, sea verdaderamente pertinente. En este capítulo analizaremos más detalladamente cuáles son esas potencialidades que están a nuestra disposición en el uso adecuado de las nuevas tecnologías.

En ese intercambio de enseñanza y aprendizaje, virtuoso y co-construido es necesario tomar en consideración una variable más que casi siempre es omitida, esta es, la variable de considerar cómo, de qué forma y por qué vías aprende ese cerebro y esa persona que aprende, para conseguir que ese aprendizaje, aun el mediado por entornos virtuales y nuevas tecnologías, sea verdaderamente pertinente.

Cardama, Gonzáles y Sebastián (2015) señalan que, en la sociedad del conocimiento, las nuevas tecnologías no pueden ser vistas exclusivamente como herramientas ya que constituyen adicionalmente un entorno, un

espacio, un ciberespacio, como dijimos en nuestro libro anterior, un territorio (de Elorza Feldborg, 2016). Algunos fundamentalismos de estos nuevos territorios dirán que la red viene a metaforizar el espacio público, incluso en ocasiones, a sustituirlo, a ocupar el lugar del ágora de la Grecia que vio nacer a la democracia. Sin embargo, esto es relativo ya que no podemos eliminar, por necesarios e ineludibles, otros espacios de deliberación donde se construye sentido social. La web 3.0, a la que definimos como un territorio tecno-disruptivo-social-conectivista de interacciones semánticas (que se diferencia de la web 2.0 por los niveles de interactividad, participación, colaboración y comunicación) permite la aparición de entornos cooperativos donde se comparten ideas, experiencias y pensamientos. La palabra “medio” es insuficiente si designa sólo un canal por el cual se transmite un mensaje. Un entorno es en cambio un espacio de conectivismo, interacción e interactividad.

El nuevo paradigma comunicativo centrado en este entorno reposa en la consideración de Internet como una “superautopista de la información” que, desde su aparición, comenzó a conquistar una significatividad notoria en la vida social centrada en el tráfico de información. Y esto es así por las infinitas oportunidades que ofrece para la actualización e intercambio de conocimiento entre sus usuarios, al igual que para la aparición de nuevas plataformas y modalidades de transacciones comerciales, la generación de nuevos servicios que mejoran la experiencia del consumidor y la posibilidad de generar una base de datos ilimitada de diversas clases de información (Becerra, 2003).

Hoy en día la educación debe acomodarse a la oportunidad del empleo de las nuevas tecnologías como instrumento mediacional-pedagógico, con el propósito de que los estudiantes generen estrategias de aprendizajes que les serán de utilidad para enfrentar y solucionar las necesidades de la sociedad actual y futura, la cual se caracterizará por ser una sociedad rápida, impredecible, paradójica y en red.

Como ya dijimos, la enseñanza y el aprendizaje con nuevas tecnologías no es un proceso mecánico: es necesario tomar en consideración la variable principal que es que las personas aprenden en relacionalidad, por lo tanto, la distancia que separa el potencial transformador de las TICs en el centro educativo y el éxito en su implementación y conquistas no depende ni de la

cantidad ni del nivel de complejidad del equipamiento, sino de la habilidad para aprender, planificar y transformarse que tienen las personas y las instituciones. La forma en que cada institución se relaciona con la tecnología, el modelo de gestión fomentado desde los equipos directivos, el entorno o clima institucional y el acceso a la tecnología conforman los componentes sobre los que es necesario analizar la incorporación de TICs en cada institución.

Hoy en día la educación debe acomodarse a la oportunidad del empleo de las nuevas tecnologías como instrumento pedagógico, con el propósito de que los estudiantes generen estrategias de aprendizajes que les serán de utilidad para enfrentar y solucionar las necesidades de la sociedad actual y futura, la cual se caracterizará por ser una sociedad rápida, impredecible, paradójica y en red.

Buena parte de la literatura acerca de las TICs se inclina por presentarlas como promotoras de la igualdad de oportunidades de los jóvenes (Almenara, 2007; Bosco, 2005, Galvis, 2004)**.** De acuerdo a estos autores esta potencialidad incluye la posibilidad de acceder a materiales de aprendizaje de buena calidad a distancia, de aprender con autonomía de la ubicación física de los sujetos, y de participar de un aprendizaje interactivo y con formatos flexibles. Además, abre la posibilidad de disminuir la presencia física al ser parte de escenarios de aprendizaje y desarrolla servicios que permiten superar el acceso limitado a la información que tienen principalmente los países en crecimiento (Sunkel, 2006). Por otra parte, produce mejor información sobre el desarrollo de los conocimientos adquiridos y abre la instancia de evaluar y certificar los aprendizajes en línea. En síntesis, el uso de las TICs contribuye a incrementar la eficacia y nivel de la prestación de manera más económica. Pero además de democratizadoras, las TICs también mejorarán la calidad educativa como consecuencia de los cambios didáctico-pedagógicos instrumentados por los

docentes (Salas, 2016), en el impulso de experiencias de aprendizaje más ingeniosas y respetuosas de la multiplicidad fomentando un aprendizaje independiente y perdurable, ajustado a las necesidades de quienes aprenden. Para que esto sea posible, por supuesto, los Estados deben involucrarse en una democratización previa y necesaria que se refiere al acceso masivo no solamente a las computadoras u otros dispositivos, sino también a la conectividad. En países en vías de desarrollo como Argentina, este es un tema que no puede soslayarse. Las TICs son democratizadoras indiscutiblemente, si es posible que todos los estudiantes tengan acceso a ellas en igualdad de condiciones. Las TICs serán democratizadoras, por último, también si los establecimientos educativos se comprometen con su inclusión, su uso, su expansión y el desarrollo de sus potencialidades pedagógicas. Para ello, también deberán comprometerse en la preparación permanente y continua de los docentes de su plantel.

Y esto es así, porque la inclusión de las TICs en cada centro educativo será el resultado de una combinación de variables (Cancela et al. 2015), entre las que cabe mencionar:

1) Los recorridos de cada institución y su experiencia en la incorporación de otras tecnologías.

2) La posibilidad de acceso a las nuevas tecnologías que la institución ofrece a sus diversos integrantes.

3) El acceso a las nuevas tecnologías que tienen los estudiantes y docentes en sus propios hogares.

4) La utilización de tecnologías por parte de los docentes en actividades extracurriculares pero asociadas a la enseñanza, como capacitación, planificación, preparación de materiales.

El rol del docente en estos nuevos territorios cambia drásticamente y los conceptos de “aula” y “escuela”, también. Porque las nuevas tecnologías posibilitan el uso en entornos no formales, sin instructor, administradas por el propio estudiante y autodireccionadas (Clavijo & Valadez, 2017), lo que altera la frontera rígida entre la enseñanza formal y la no formal (10). Las TICs también contribuyen a un contexto de transferencia de conocimiento más horizontal y menos jerárquico, en el que el docente es un facilitador, un coadyuvador y no el centro de la enseñanza. No obstante, como ya

afirmamos, la inclusión de dispositivos digitales por sí solos no generan los cambios de entorno que se proponen, ni nuevas prácticas de enseñanza. El ecosistema de aprendizaje requiere introducir otros elementos que trascienden lo virtual y cuando eso no sucede muchos directivos educativos tienen la sensación de que los dispositivos no tienen los efectos esperados. ¿Dónde habrá que buscar, entonces, el problema? Un ejemplo de este problema podemos encontrarlo en la educación en línea. Muchas personas no comprenden que enseñar en línea no es simplemente usar otro entorno. La educación en línea se caracteriza en primer lugar por la separación del docente y el estudiante en tiempo y/o espacio (pueden darse las dos o sólo una de las condiciones), lo que necesita diferentes adaptaciones de la currícula, mayor control volitivo (libre albedrío) del estudiante sobre los procesos y los tiempos de aprendizaje y una comunicación no contigua entre el estudiante y el docente, a través de alguna forma de tecnología que permita el “encuentro” más allá de las distancias.

Un exponente de la educación en línea es la educación a distancia la cual no es un fenómeno nuevo. Recordemos que en el pasado la educación a distancia era posible a través del correo tradicional (Keegan, 2013). El interés político y público en la educación a distancia es especialmente fuerte en aquellas zonas geográficas donde la población de estudiantes está ampliamente dispersa. Por supuesto, cada región desarrolla su propia modalidad de educación a distancia (así como cada institución) de acuerdo a los recursos locales con los que cuenta, el público al que se dirige, y la filosofía de las organizaciones en cuestión.

Pero además de democratizadoras, las TIC también mejorarán la calidad educativa como consecuencia de los cambios que generan en los procesos y estrategias didácticas-pedagógicas instrumentadas por los docentes (Salas, 2016), en la promoción de experiencias de aprendizaje más ingeniosas y respetuosas de la multiplicidad y en la posibilidad de

propiciar un aprendizaje independiente y permanente ajustado a las necesidades de quienes aprenden.

Los modelos de instrucción propios de la educación en línea no sólo afectan la forma en que la información es comunicada al estudiante, sino también la forma en que el estudiante genera sentido, construye nuevo conocimiento e interacciona a partir de la información que se le presenta. Los modelos de educación en línea deben involucrar un alto nivel de interactividad, participación y colaboración entre el docente y el estudiante, a través de las actividades propuestas. De allí la importancia de la formación de comunidades virtuales en las cuales estudiantes e investigadores que son parte del mismo grupo de estudio, en diferentes zonas, pueden contactarse unos con otros en cualquier momento del día y compartir observaciones, información y experiencia, por medio de las potencialidades que brindan las distintas innovaciones de las nuevas tecnologías.

Sea que se proponga un modelo de educación a distancia, totalmente en línea o con una modalidad b-learning (mixta), lo más importante es el cambio de paradigma que la irrupción de las nuevas tecnologías supone. Decíamos más arriba que el rol del docente atravesado por esta era de la comunicación y la información debía cambiar porque evidentemente ya había cambiado de hecho. También es una realidad que la escuela pensada en la modernidad ya no puede permanecer sin cambios. El hecho de que las nuevas tecnologías sean ubicuas y disruptivas revoluciona hasta la raíz el concepto de educación tal como lo conocíamos desde su aparición. Son ubicuas puesto que por su tecnología es posible usarlas en cualquier momento y en cualquier lugar (Gallego Lema et al. 2016), y disruptivas ya que la mediación tecnológica nos permite aprender y pensar de modos nuevos. Tanto la circulación de información en tiempo real a través de las redes sociales como la ubicuidad de las nuevas tecnologías proponen una novedad inédita: la ubicuidad del conocimiento. Esto proporciona una nueva perspectiva a la relación entre la institución educativa, el entorno y el afuera. La institución educativa sigue siendo el centro del aprendizaje, puesto que se aprende en comunidad y en una relacionalidad dialógica entre pares y con los y las docentes. Esta interacción siempre es de doble vía, ya no más jerárquica “de arriba hacia abajo”, sino en constante diálogo y co-

construcción. Sin embargo, ahora empieza a tener importancia su coordinación con los otros espacios de aprendizaje no formal. La tecnología se comporta como un puente que acerca el centro educativo al afuera y el afuera al centro educativo, el que ya no tiene el monopolio de la educación que tenía en otras épocas, más bien, es un articulador que permite integrar los aprendizajes que tienen lugar en otros entornos. Lo importante es proyectarse hacia una visión del futuro, y esto implica la capacidad de imaginar generaciones más ilustradas científicamente, con la capacidad de buscar y generar información original y de discutir ideas y propuestas críticamente e incluso, por qué no, con la habilidad para programar sus propias netbooks.

La institución educativa sigue siendo el centro del aprendizaje, puesto que se aprende en comunidad y en una relacionalidad dialógica entre pares y con los y las docentes. Esta interacción siempre es de doble vía, ya no más jerárquica “de arriba hacia abajo”, sino en constante diálogo y co-construcción. Sin embargo, ahora empieza a tener importancia su coordinación con los otros espacios de aprendizaje no formal. La tecnología se comporta como un puente que acerca el centro educativo al afuera y el afuera al centro educativo, el que ya no tiene el monopolio de la educación que tenía en otras épocas, más bien, es un articulador que permite integrar los aprendizajes que tienen lugar en otros entornos.

Para Gvirtz y Necuzzi (2014) se trata de un gran desafío conocer y reconocer en nuestras prácticas educativas aquello que los estudiantes hacen con las nuevas tecnologías. Los docentes tienen que estar más abiertos a

escuchar a los estudiantes para formar nuevos criterios de trabajo basados en las inclinaciones de los jóvenes en el campo digital sin que esto implique disminuir la disciplina de trabajo dentro del aula. Las nuevas tecnologías ofrecen dinámicas y patrones más horizontales que favorecen la participación y relaciones de mayor igualdad y menos jerarquizadas. El problema es que, al mismo tiempo, hay algo de la enseñanza y de la educación en general que no forma parte de la inclinación y el interés espontáneo de los estudiantes. Educar implicaría, entonces, enseñar intereses que no coinciden con la experiencia cotidiana, introducir otras lógicas de pensamiento o razonamiento y una argumentación más compleja que la dicotomía "me gusta"-"no me gusta" de las redes sociales. Enseñar y aprender tendría que ver con desafiar los límites de una escuela encerrada en el adentro y desconectada con la realidad que viven los niños y jóvenes, ser soporte de relaciones más horizontales y por tanto más enriquecedoras para ambos polos de la díada y, a la vez, no quedar entrampados en los intereses de los estudiantes que puedan actuar como obturadores del crecimiento, es decir, intentando siempre y por todos los medios interpelar el pensamiento, los bordes y las clausuras del aprendizaje. Las nuevas tecnologías y los entornos virtuales proponen estas novedosas posibilidades. Solo hay que usarlas, saber usarlas, y saber qué impacto tendrán en aquellos con los cuales las estamos usando. La idea es encabalgarse en el interés de los estudiantes con la ayuda de las TICs y llevarlos a más. No solo satisfacer sus necesidades o inquietudes sino desafiarlas.

Un debate interesante relacionado con lo que venimos exponiendo es qué se entiende por "objetivos educativos". Un objetivo de la educación es introducir a los jóvenes en un contexto más complejo y sofisticado que aquel que los rodea, o el dado por sus grupos de pares con los intereses formados colectivamente en una generación. Es sabido que los jóvenes y niños son habitantes asiduos de las redes sociales y los medios en general, y justamente en ellos el proceso es el inverso, cada vez el lenguaje y los mensajes que circulan son más simplificados y más desprovistos de argumentación, en la idea —equivocada— de que de esta forma se logra la eficacia comunicativa. Como dice Barico (en Martínez, 2015), en el mundo actual se va perdiendo la idea de profundidad y de interpretaciones que escapen a la superficie. Para citar un ejemplo, cuando los estudiantes buscan información en Internet, Google o cualquier otro buscador los lleva a la respuesta más buscada, que no siempre es la mejor. Si la respuesta más

buscada fuera la mejor, se abriría para el estudiante una nueva investigación en lugar de actuar a modo de cierre como generalmente actúa y a modo de obturadora del pensamiento crítico. Es necesario, entonces, hacer un uso de las tecnologías a favor de la enseñanza que evite la superficialidad, explotando su capacidad de cuestionar y transgredir las jerarquías del saber previamente establecidas, algo que se cristaliza en casos concretos como el de la plataforma de tipo wiki. Como educadores sabemos que otro de los objetivos planteados tradicionalmente para la educación es la integración en el mundo del trabajo o la incorporación de un oficio. A esta altura de nuestras reflexiones ya podemos afirmar que esto es una simplificación que limitaría la educación a su componente efectivo y transable en un mercado de intercambio. Es verdad, ya lo dijimos, que la educación del presente y del futuro debe oficiar como un puente con el "afuera" de la escuela o de la universidad, y en ese afuera se halla indefectiblemente el mundo del trabajo. Pero reducir la educación o el aprendizaje a la preparación para trabajar o a la inserción laboral (si bien, repetimos, no es un objetivo desdeñable) no es, hoy en día, el único objetivo.

Sin duda, atravesamos un cambio de época y de paradigma en el que las instituciones educativas deben pensarse a sí mismas no como tiendas de conocimiento sino como organismos de re-aculturación, en el sentido de ser receptoras de una nueva cultura a la que adaptarse pero sin el ingrediente de perder la propia cultura, la que no siempre es perjudicial. La psicología, en este contexto, está observando con atención el fenómeno de la atención multifocal o la hiperatención, la que guarda relación con la presencia cada vez mayor de las TICs en la vida de niños y jóvenes. La sensación de vivir conectados o frente a una pantalla es una oportunidad para preguntarse por las tecnologías y la mente y por las tecnologías de la mente. La idea de la existencia de nómades tecnológicos nos confronta con la realidad de que no todos consumen y utilizan la tecnología del mismo modo. Los millennials, por ejemplo, no han conocido un mundo sin computadoras, sin internet, sin app y sin teléfonos móviles y por eso las mentes jóvenes suelen estar más expuestas a estas tecnologías y también son más sensibles al impacto que producen. Es decir, la hiperatención tiene relación con la transformación en la percepción y en el procesamiento de datos de la mente y por la fusión con la interfaz del mundo digital que ofrece una dinámica acelerada, cambiante y sobre estimulada (Barico, en Martínez, 2015), dentro del Hipermundo (11).

Esta enseñanza no tiene como objetivo la transmisión de conocimiento, porque el conocimiento está al alcance de los estudiantes sin la mediación de los docentes, en la red. El objetivo a lograr es que esa información y ese conocimiento provoquen un quiebre en los saberes adquiridos hasta ese momento, los cuestionen, sean el comienzo de nuevas búsquedas, inciten al pensamiento crítico, sistémico, configuracional, conectivista y de ahí a la acción. No es tan importante el conocimiento transmitido sino qué se hace con él o qué se puede provocar con él. Las instituciones, por lo tanto, deben revisar asunciones de largo plazo acerca de la naturaleza y autoridad del conocimiento y de la autoridad en el aula.

Es cierto que los docentes no están bien posicionados para el contexto que deben enfrentar, aunque es necesario comprender la brecha generacional que les juega en contra**.** Paulatinamente, aunque más temprano que tarde, deberían poder ubicarse en estas nuevas coordenadas y obtener el mayor provecho posible de las plataformas interactivas que facilitan el acceso a los contenidos y enriquecen el proceso de aprendizaje. Pero para ello es necesario otro tipo de formación pedagógica, habida cuenta de que la forma en que sean instruidos los docentes, será la que ellos transmitan a sus propios estudiantes, produciéndose un trasvasamiento generacional, como en toda educación. Esta formación debe garantizar un uso creativo y novedoso de las nuevas tecnologías, y esto quiere decir que los docentes deben ampliar considerablemente su experticia en el uso de entornos virtuales y en intervenciones educativas en línea, de modo de superar la instancia facilista y primaria del tipo “buscar-cortar-pegar”, porque esta secuencia procedimental termina eliminando la riqueza que tienen las nuevas herramientas.

A pesar de que muchos docentes son conscientes de la relevancia de adaptarse a la nueva era, otros, quizás la mayoría, son reticentes al cambio o piensan que se trata sólo de una transformación superficial o un formalismo o, lo que es peor, creen que las nuevas metodologías reducen su grado de libertad como profesionales de la educación. Con todo, siempre lo más importante es la vocación por la docencia: los buenos docentes obtendrán buenos resultados y no hay posibilidad de que un mal docente que no tiene pasión por lo que hace pueda hacer algo bueno del proceso de incorporación de tecnología. Paulsen & Feldman (1995) estudian las diferentes técnicas de enseñanza en redes en un estudio muy meticuloso,

cuya conclusión es que las técnicas de enseñanza en línea habitualmente reproducen las de enseñanza grupal, e identifican cuatro categorías: (i) técnicas individuales, (ii) técnicas uno-a-uno, (iii) técnicas uno-a-muchos, (iv) técnicas muchos-a-muchos.

En este nuevo paradigma los docentes deben verse a sí mismos no como proveedores de información, lo que en la terminología de Freire conocimos como “educación bancaria”, es decir, un docente que “deposita” conocimientos en un alumno que es solo recipiente de ellos, sino que deben transformarse en verdaderos agentes y mediadores de cambio cultural, puentes, facilitadores, cuyas prácticas educativas generen mediaciones tecnológicas para lograr un tipo de enseñanza más disruptiva.

En las técnicas individuales no predomina la interacción, porque el estudiante recurre al capital de información alojado en las redes. Se busca la incorporación de conocimientos presentes en la red para la resolución de otros problemas. Las técnicas uno-a-uno, mientras tanto, reposan en una comunicación bipersonal, por medio de la cual predomina un aprendizaje individualizado. Por su parte, en las técnicas uno-a-muchos, compatibles con la clase magistral tradicional, los mensajes son de carácter unidireccional, desde los especialistas hacia los estudiantes, quienes retroalimentan los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de tareas realizadas individualmente. Las herramientas más utilizadas son la cartelera electrónica, las clases en línea en formato escrito, los simposios o paneles en los que se presenta una discusión en línea en la que los estudiantes deberán intervenir, y las dramatizaciones de temas específicos, presentados como diálogos entre personas reales, con fines motivacionales (Paulsen & Feldman, 1995).

Y por último, las técnicas muchos-a-muchos, en general, constituyen un aprendizaje colaborativo en el que tanto los estudiantes como los docentes intervienen simultáneamente, actuando algunas personas como coordinadores (Calzadilla, 2002). En este paradigma, las herramientas más utilizadas son: los foros que propician el debate, los juegos de rol y las estrategias de simulación, los grupos de discusión, el *brainstorming*, etc. En cuanto a la herramienta del grupo de discusión, pueden utilizarse las grabaciones para, posteriormente, pedir que los alumnos analicen críticamente lo debatido. Por último, es muy habitual últimamente el empleo de grupos de proyecto, en que estudiantes y profesores —a veces de distintas instituciones e incluso países— interactúan cooperativamente a través de las redes en la realización de proyectos de interés común (Chacón, F., 1997)

Para lograr que exista la necesidad de compartir conocimientos, se requiere fomentar las responsabilidades individuales, esto significa que un integrante del grupo no puede conseguir logros individuales sirviéndose de los logros de los demás, sino que todos los miembros del grupo deben participar colaborativamente, apoyándose unos a otros, aunque todos deben poder dar cuenta individualmente de los aprendizajes obtenidos. Es decir que este tipo de aprendizaje se sustenta en la co-construcción, pero esa co-construcción o socio-construcción participativa, debe producir a la vez aprendizaje personal del que el estudiante debe poder dar cuenta: no solo de la parcela con la que ha colaborado, sino del aprendizaje en su totalidad.

Todo esto no sería posible sin la inclusión en el aula de nuevas tecnologías. Introducir netbooks y conexión a Internet modifica las dinámicas de trabajo y la relación entre estudiantes y docentes con el conocimiento, así como su manera de producirlo y distribuirlo. La incorporación de la tecnología e Internet en el aula contribuyen a diluir la frontera entre los ámbitos escolares y extraescolares y a hacer que contenidos de las industrias culturales penetren el aula con mayor facilidad, con lo cual el tiempo escolar queda penetrado por lo no escolar, y a su vez y en sentido contrario, los estudiantes graban escenas de clases y las difunden, o utilizan material de clase para su vida cotidiana, con lo cual se da el fenómeno inverso: el tiempo no escolar queda atravesado por el escolar, el afuera de la escuela es invadido por el adentro (Dussel y Finocchio, 2003). Si bien estas transformaciones son auspiciosas para los

procesos de enseñanza y aprendizaje, no deben mirarse con un optimismo ilimitado sobre la tecnología. Puesto que no será la tecnología sino el uso que se hace de ella lo que proveerá éxitos o fracasos Nuestra presencia en el mundo ya se encuentra atravesada por los recursos digitales. No hay razón de peso, entonces, para que esos recursos digitales no penetren las gruesas paredes de la escuela. Pero ¿alcanza simplemente con la incorporación de tecnología? ¿Están nuestros docentes capacitados pedagógicamente en un uso productivo y significativo de ellas? En todo caso, ¿conocen las ventajas de la neuroeducación, es decir, de ese entrecruzamiento virtuoso entre pedagogía, psicología y neurociencias que garantiza que esa fluidez en el uso de las nuevas tecnologías resulte en aprendizaje significativo? De todos estos temas nos seguiremos ocupando en los capítulos subsiguientes

---

10- Para este tema, véase por ejemplo Fuertes-Gutiérrez et al. 2010 y las referencias allí.

11- Se entiende al hipermundo como una heterotopía, es decir, un mundo diferente al que percibimos incluso durante la sociedad industrial o del que concebíamos unido al concepto de “ciberespacio”. Y es diferente puesto que a las cuatro dimensiones tradicionales (alto, ancho, largo, tiempo) se le suma un dimensión más compleja, que es la dimensión digital, la cual hace relativos tanto el tiempo como la distancia y permite desplazamientos virtuales antes impensados. Este concepto, formulado por el pensador Victor Sandoval en los ’80, se relaciona con estudios llevados a cabo por otros pensadores como Zygmunt Bauman (Modernidad líquida), Manuel Castells (Sociedad-Red), (Carrasco y Baldivieso, 2016).

CAPÍTULO 3

NEUROCIENCIA COGNITIVA Y EDUCACIÓN

En el capítulo precedente explicamos cuáles son las herramientas que nos proveen las nuevas tecnologías para el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de estudiantes que ya por haber nacido en una era en que las tecnologías están absolutamente instaladas normalmente hacen uso de ellas en la vida diaria. Llamábamos la atención, también, acerca del hecho de que la sola aplicación de TICs en entornos virtuales no garantiza la obtención de conocimiento y decíamos que era muy importante conocer el fenómeno de la neuroplasticidad, es decir, la capacidad casi ilimitada del cerebro de adaptarse y cambiar de acuerdo a las demandas a que es sometido y exigido. Conocer cómo *trabaja* el cerebro mientras se está aprendiendo puede hacer que la aplicación de las herramientas tecnológicas no sea una aplicación ciega, antes bien, sea direccionada de acuerdo con objetivos específicos que se relacionen con esos modos en que el cerebro actúa frente a los nuevos aprendizajes.

Esos estudiantes, al decir de Howard Rheingold (2004), son lo que se conoce como “multitudes inteligentes”, es decir, un grupo de personas cada vez más amplio que está habituado a utilizar tecnologías en su vida diaria, y cuya utilización trasciende el ámbito de la educación o el laboral para instalarse en el territorio de los intercambios sociales, posibilitando inéditos modos de organización a través de esas nuevas tecnologías y del acceso a internet.

La neurociencia aplicada a la educación, en una definición amplia, estudia los procesos por medio de los cuales el cerebro aprende y memoriza, desde niveles celulares y moleculares, como por ejemplo el sistema de áreas y enlaces neuronales que subyacen a nuestra capacidad de hablar y comprender una lengua. Esta forma de enfocar el aprendizaje y la memoria puede darse en una variedad de niveles. La comprensión de las señales celulares y de los mecanismos sinápticos (es decir, la forma en que una célula se conecta mediante otras a través de la sinapsis) es importante para la comprensión del aprendizaje, pero también lo es la observación de las funciones específicas de estructuras cerebrales como el hipocampo. Las células del cerebro (neuronas) transmiten información a través de señales eléctricas, que pasan desde la célula a través de la sinapsis, liberando neurotransmisores (mensajes químicos). Existen cerca de 100 mil millones de neuronas en el cerebro, cada una con conexiones masivas hacia otras neuronas. La comprensión de la forma en que trabajan los neurotransmisores es un objetivo primordial de las neurociencias. Se cree que los patrones de la actividad neural corresponden a estados particulares de la mente o a representaciones mentales. El aprendizaje en términos amplios involucra cambios en la conectividad, ya sea por cambios en el potenciamiento de la sinapsis o a través del fortalecimiento de las conexiones. La enseñanza exitosa, por lo tanto, afecta de manera directa el funcionamiento del cerebro, a través de cambiar la conectividad.

En los últimos años las neurociencias han realizado un importante aporte acerca de cómo el cerebro humano representa y procesa los datos y estímulos que recibe. Aprender significa a nivel neurocognitivo establecer nuevas relaciones entre neuronas. Las nuevas conexiones o sinapsis se fortalecen frente a un nuevo aprendizaje, al tiempo que se debilitan otras preexistentes.

Hay elementos que se presentan en los procesos físicos y químicos del cerebro que tienen correlatos directos en los procesos intangibles del aprendizaje. Por ejemplo, las conexiones neuronales de los núcleos subcorticales del cerebro son resistentes a la formación, pero muy fuertes y persistentes una vez formadas (Morgado Bernal, 2012). Por eso, una forma de conseguir la estabilización es mediante la repetición: aunque este aspecto del aprendizaje se lleva mal con las nuevas tendencias de enseñanza y aprendizaje se sabe que mediante el ejercicio y la práctica repetida, se logra

estabilizar las conexiones. Este es un buen ejemplo de cómo un proceso físico y químico tiene un efecto paralelo en los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, practicar durante un período prolongado de tiempo es lo que solemos hacer cuando deseamos adquirir un hábito motor, aunque quizá la idea del ejercicio continuo no la ubiquemos directamente relacionada con la adquisición de conocimientos teóricos o mentales.

La repetición como método es uno de los más observados en el aula, entre las diferentes formas de aprendizaje que existen, quizás porque es una estrategia cómoda para los docentes. Sin embargo, y a pesar de su uso extendido, muchos autores afirman que el problema de la repetición es que su producto no queda bien almacenado en la memoria a largo plazo (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005; Morgado, 2005). Sí, en cambio, funciona para retener algo a corto plazo, aunque con el correr del tiempo, probablemente se olvide. Esto parte de un principio de la neurociencia según el cual el recuerdo se consolida mejor y cristaliza en la memoria cuando su adquisición requiere de un mayor esfuerzo.

Además del que acabamos de mencionar, la memoria, otro dato de la neurociencia que tiene una aplicación directa en el aprendizaje es el de la temporalidad. La neurociencia nos enseña que el cerebro es más versátil durante la temprana infancia, estableciendo conexiones más fuertes entre las neuronas que en otras instancias de la vida. Esto es relevante, por ejemplo, al momento de adquirir una nueva lengua, especialmente en sus aspectos fonéticos, es decir articulatorios. Hay estudios como el de Dzib-Goodin (2013) que muestran que ya venimos al mundo con una porción de la corteza frontal del cerebro dotada para reunir las representaciones del lenguaje que incorporamos precozmente en la infancia.

Se cree que el aprendizaje pasivo, como la simple lectura o el hacer anotaciones en clase y repasarlas, no son el camino correcto para generar memorias asociativas y flexibles, sino que se inclinan a producir memorias rígidas, que aportan poca ayuda cuando el propósito es evocar el recuerdo en

escenarios o modos diferentes a lo ya conocido. Por otro lado, operaciones intelectuales como analizar las diferencias o similitudes entre escritos, la búsqueda de información pertinente para una materia, la indagación de respuestas a preguntas planteadas por el docente, el intento de sintetizar o explicar con palabras propias un texto complejo, sí pueden serlo.

Las emociones, por otra parte, son esenciales para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es sabido que juegan un rol decisivo en la formación de la memoria, ya que se mantienen por largo tiempo. Los estímulos que el cerebro recibe y comprende permanentemente únicamente pueden ser elaborados y retenidos si pasan a formar parte del entorno cotidiano. Esto permite una ductilidad importante en los niños en su adaptación al medio y a los cambios importantes que se producen en él, que son retenidos con más facilidad en la memoria.

Una estructura del cerebro fundamental para comprender las pequeñas transformaciones a nivel orgánico que acontecen con el aprendizaje es el hipocampo. El hipocampo se encuentra en el sistema límbico (12), inserto profundamente en la corteza cerebral. Cuando el hipocampo opera como de costumbre, se establecen memorias relacionales y flexibles que tienen la capacidad de retomarse en escenarios variados y diferentes a los que originaron el aprendizaje en primer lugar. Pero el hipocampo no está ligado a la repetición, como ocurre en mayor medida con la memoria motora sino, antes bien, a la comparación y contraste entre información múltiple y variada. Se cree que el aprendizaje pasivo, como la simple lectura o el hacer anotaciones en clase y repasarlas, no son el camino correcto para generar memorias asociativas y flexibles, sino que se inclinan a producir memorias rígidas, que aportan poca ayuda cuando el propósito es evocar el recuerdo en escenarios o modos diferentes a lo ya conocido. Por otro lado, operaciones intelectuales como analizar las diferencias o similitudes entre escritos, la búsqueda de información pertinente para una materia, la indagación de respuestas a preguntas planteadas por el docente, el intento

de sintetizar o explicar con palabras propias un texto complejo, sí pueden serlo. Hoy en día está probado que el tipo de actividades que ofrezca un docente en el aula, si promueve operaciones intelectuales más activas o receptivas, tiene un correlato a nivel físico, en la parte del organismo estimulado, en este caso el hipocampo, y esta estimulación, como está asociada a la respuesta emocional, provoca aprendizajes no solamente más duraderos sino también que pueden trasladarse a otras áreas de las originariamente implicadas. Si bien sabemos que existen muchos tipos de inteligencias, todas ellas tienen en común el propiciar la capacidad de obtener y almacenar información para provocar comportamientos adaptativos, por medio de la aplicación de esa información transformada en conocimiento a situaciones novedosas dentro del mismo entorno o contexto, o en contextos nuevos.

El aprendizaje en términos amplios involucra cambios en la conectividad, ya sea por cambios en el potenciamiento de la sinapsis o a través del fortalecimiento de las conexiones. La enseñanza exitosa, por lo tanto, afecta de manera directa el funcionamiento del cerebro, a través de cambiar la conectividad. Recientemente las neurociencias nos han enseñado mucho sobre cómo el cerebro humano representa y procesa los datos y estímulos que recibe. Aprender significa a nivel neurocognitivo establecer nuevas relaciones entre neuronas. Las nuevas conexiones o sinapsis, se fortalecen frente a un nuevo aprendizaje, al tiempo que se debilitan otras pre-existentes.

Las tendencias más recientes en el aprendizaje buscan este tipo de tratamientos de la información en que se debe hacer comparaciones, análisis y relaciones que tendrán como producto una mayor versatilidad para adaptarse a nuevos contextos de aplicación. Es decir, son formas de aprendizaje que apuntan de manera directa a la estimulación del hipocampo que es la base de las memorias asociativas.

Otro punto en que es relevante conocer el funcionamiento del cerebro para la enseñanza y el aprendizaje es el ejercicio de consolidación de lo aprendido. No alcanza con tener una imagen mental de un conocimiento para considerarlo “aprendido”. Se debe reconstruir el conocimiento adquirido, orientar la búsqueda, y descubrir las lagunas de conocimiento que habían pasado inadvertidas. Es decir, establecer un desarrollo crítico sobre el propio conocimiento y sobre los mecanismos que lo provocan. A este proceso se lo denomina “metacognición” y significa, ni más ni menos, que el acto reflexivo sobre el propio proceso de aprendizaje. Una cognición sobre la cognición. Un pensar sobre el pensamiento. Un revisar analíticamente los procesos que intervienen en el aprender para fortalecerlos o corregirlos e incluso para asentarlos. Dicho de otra forma, el aprendizaje no sólo ocurre cuando estudiamos sino también cuando evaluamos lo que hemos incorporado, porque la evocación de lo conocido da vigor a la memoria.

En la formación de memoria y en la integración de nuevas informaciones se conjugan procesos fisiológicos complejos que llevan su tiempo de maduración y consolidación. Por esta causa pueden producirse interferencias cuando se acumula mucha información en poco tiempo. Un principio de la neurociencia que es interesante para aplicar en la educación es que, dado que la incorporación de conocimiento tiene su correlato en procesos lentos a nivel fisiológico que pueden ser interferidos con un excesivo caudal de información, el aprendizaje distribuido es más eficaz y da tiempo a estos procesos lentos.

Otro descubrimiento sobre la fisiología del aprendizaje que puede ser aprovechado por los docentes es el de la función del sueño el cual puede beneficiar y arraigar el aprendizaje diurno. De esta forma, alternar períodos de sueño entre sesiones de aprendizaje es también una forma de fortalecer la memoria. No obstante, consideramos que este tema debe tratarse con la

precaución justa dado que las instalaciones educativas y la escuela como institución no habilitan el desarrollo de dichas prácticas de reposo.

Otro punto en que es relevante conocer el funcionamiento del cerebro para la enseñanza y aprendizaje es el ejercicio de consolidación de lo aprendido. No alcanza con tener una imagen mental de un conocimiento para considerarlo “aprendido”. Se debe reconstruir el conocimiento adquirido, orientar la búsqueda, y descubrir las lagunas de conocimiento que habían pasado inadvertidas. Es decir, establecer un proceso crítico sobre el propio conocimiento y sobre los mecanismos que lo provocan.

La dieta también tiene su efecto. Los educandos que tengan una pobre alimentación no responderán a una excelente calidad educativa de la misma forma que estudiantes bien nutridos. También es posible analizar los efectos de varios medicamentos en las funciones cognitivas. Por ejemplo, la ritalina, un medicamento muchas veces recetado a estudiantes con déficit de atención e hiperactividad (TDAH) se ha demostrado que mejora la atención frente a estímulos (Seifert et al., 2003). Sin embargo, y aunque no sea el tema de este libro, debemos alertar sobre la tendencia actual a la medicalización y patologización de las infancias (13). Las técnicas de neuroimágenes permiten estudiar los efectos de diferentes dietas, aditivos en la comida o toxinas sobre el desempeño académico. Aunque parece que esto no guarda relación con el tema de este trabajo, el interés acá es entender que la educación es una ciencia neurocognitiva, en el sentido de que su condición de posibilidad se encuentra a nivel celular. Es necesario puntualizar que en los procesos de aprendizaje intervienen muchos más mecanismos y factores de los que el docente es generalmente consciente. Por ejemplo y como dijimos, hay varios trabajos que demuestran (Curcio et

al., 2006) que dormir luego de un aprendizaje refuerza la retención de información, sin embargo estas afirmaciones no están dentro de los conocimientos y las herramientas con que se capacita a los docentes y con los que salen munidos al aula. El docente es capacitado para enseñar, por ejemplo, a realizar operaciones numéricas, pero cuestiones de la predisposición corporal que facilitan el aprendizaje (como el dormir luego de aprender) que ya han sido demostradas por estudios de neurociencias, no suelen formar parte de la capacitación docente, aunque pueden ser de enorme apoyo a la labor educativa.

Existiendo evidencia que sostiene que la calidad del docente es un predictor del éxito educativo (Edel Navarro, 2003), es sorprendente que la capacitación docente no incluya generalmente cursos de educación científica básica sobre los vínculos entre el cerebro y la educación.

La identificación y análisis de métodos pedagógicos exitosos es central para la investigación en educación, pero es todavía un campo ajeno a la neurociencia cognitiva. Existen estudios sobre los cambios neuronales que acompañan a determinados tipos de programas educativos altamente localizados en el caso de estudiantes con dislexia (Strauss et al., 2002). Sin embargo, no se han respondido aún las preguntas más importantes sobre los procesos mentales e inferencias hechas por los docentes exitosos. Strauss et al. (2002) sugieren que existen circuitos neurales especializados para diferentes aspectos de la enseñanza que pueden ser fácilmente seguidos en neuroimágenes, y esta es una idea muy provocadora. La enseñanza es un tipo de interacción social altamente especializada, y algunos de sus aspectos (leer las mentes de otros, inferir estados emocionales y motivacionales) ya se han estudiado en las ciencias cognitivas, y podrían ser aplicados en la educación si existiese un esfuerzo por hacerlo.

La educación es fundamentalmente una ciencia cognitiva. Evidencia sobre las disparidades entre los logros educativos de diferentes países con

éxito económico comparable han traído nuevamente a la escena la discusión de la educación como ciencia, y del uso en ella de metodologías científicas, lo que al mismo tiempo condujo a incorporar prácticas basadas en investigación en los centros educativos (Martín-Loeches, 2015). Paralelamente, ha existido un creciente interés en la posibilidad de que la neurociencia cognitiva trace un puente hacia una nueva ciencia de la educación y la enseñanza. Sin embargo, se le ha prestado poca atención a los mecanismos por los cuales se pueden construir relaciones entre estas disciplinas. Quizá experimentos en el pasado, que buscaban la conexión potencial más obvia, la aplicación mecánica o pragmática de las neurociencias dentro del aula, no resultaron satisfactorios (Goswami, 2015). Probablemente no sea lo más útil concentrarse sólo en los contenidos y se deba debatir más acerca de los mecanismos que posibilitarán una productividad sostenida en el terreno emergente de la mente y la educación.

La mayor parte de los trabajos que se abocan a la relación entre educación y neurociencia se concentran en la demostración de cambios estructurales y funcionales en el cerebro humano como resultado del aprendizaje de un conocimiento (Shaywitz et al. 2004; Wells et al. 2003). Por ejemplo, aprender a hacer malabares es acompañado de cambios plásticos en la materia gris en regiones meso-temporales e intraparietales (Draganski et al. 2004). Algunos artículos recientes han ido aún más lejos para investigar si dichos efectos pueden generalizarse más allá de un campo específico de instrucción (Posner & Rothbart, 2005). Estos autores han estudiado si el entrenamiento en competencias generales, como la atención visual, son trasladados a competencias específicas de un campo como la cognición numérica, la lectura y el procesamiento emocional.

A partir de esta literatura se deja en claro que la experiencia (en interacción con los genes y las probabilidades) da forma al cerebro humano, y que el proceso de educación, entonces, está inextricablemente ligado al cambio neural (Lipina, 2016). Sin embargo, no es tan claro cómo este conocimiento nutre las políticas educativas y sus prácticas o permite avanzar en una nueva e integrada ciencia de la educación.

Otra de las ideas que más se repiten en la bibliografía es la existencia de múltiples niveles de análisis. Cuando se hace una interpretación no reduccionista del pasaje de un nivel a otro, se obtiene una comprensión

integrada. Por ejemplo, un pobre resultado de un estudiante puede explicarse por comportamientos de falta de atención en el aula que involucran a sistemas atencionales, particularmente redes neurales y neuronas específicas en el cerebro. Relacionando estos datos con otros niveles de análisis, el hecho del pobre resultado del estudiante puede ser mejor comprendido: aunando un conocimiento adicional sobre niveles de neurotransmisores, como la dopamina en articulaciones sinápticas fundamentales, con la situación en el entorno del aula y con el genoma del estudiante (Samarasinghe, 2016). Por eso afirmamos que es necesario ahondar en los estudios sobre el cerebro, pero siempre integrando esta información a través de múltiples niveles de análisis.

Existiendo evidencia que sostiene que la calidad del docente es un predictor del éxito educativo (Edel Navarro, 2003), es sorprendente que la capacitación docente no incluya generalmente cursos de educación científica básica sobre los vínculos entre el cerebro y la educación. Para maximizar los beneficios es necesario adherir a un enfoque más amplio a través de programas de capacitación docente que desde el momento más temprano incluyan las neurociencias cognitivas, por medio de docentes que ya estén capacitados en el campo o de neurocientíficos invitados. Proponemos como necesaria e incluso revolucionaria del statu quo la emergencia de nuevos programas de formación docente en que se diseñen los cursos para permitir la investigación y la discusión de cómo vincular ciencia y educación. De esta forma se podrá fomentar que docentes graduados recientemente vean el rol potencial que tienen en la construcción de puentes con las provocadoras ciencias cognitivas, para la comprensión de las mentes en desarrollo de los estudiantes. Estamos frente a un momento de “revolución social” o “tsunami social” (Reinhold, 2004), y los y las docentes deberían estar preparados para incorporarse a las nuevas tendencias y hábitos tecnosociales, las cuales conformarán en un futuro próximo las humanidades digitales (14).

Los programas de formación docente deben preparar a profesores que puedan leer e interpretar hallazgos en el campo de las neurociencias cognitivas, que sepan formularle preguntas críticas a este material, y que sean capaces de trazar conexiones entre diferentes fuentes de investigación y de evidencia que afecte a la pedagogía.

Hay que decir, por supuesto, que muchos conocimientos adquiridos sobre neurociencias tendrán sólo un impacto indirecto sobre las materias que se enseñan, de la misma forma en que los médicos reciben formación en biología molecular o química orgánica, muchos de cuyos contenidos sólo usarán indirectamente. Sin embargo, de manera directa e indirecta la incorporación de conocimientos de neurociencias influirá en la forma de pensar de los docentes y en la forma de definir su práctica. Para poner un ejemplo, hay estudios que muestran que existen al menos dos sistemas neurales involucrados en el procesamiento de información matemática (Dehaene, 1999). Este hallazgo entrega un nuevo nivel de análisis para ayudar a los docentes a evaluar las típicas dicotomías como "procedimientos versus conceptos" o "fonemas vs. lenguaje integral" (Rittle-Johnson, 2001).

La neurodidáctica representa una interfaz entre la neurociencia, la didáctica, la ciencia de la educación y la psicología (Ameneyro et al., 2016). Se fundamenta en hallazgos de la investigación sobre el cerebro y ofrece propuestas para una enseñanza y aprendizaje efectivos basados en el cerebro.

Más allá de campos académicos específicos, el conocimiento general sobre el desarrollo del cerebro puede ser de utilidad para todos los docentes. Es el caso del conocimiento sobre el tiempo prolongado de desarrollo de sistemas neurales implicados en el control cognitivo y la atención, que pueden conducir a una reflexión sobre las limitaciones del aprendizaje. Desde aquellas limitaciones en el aprendizaje de un instrumento musical hasta aquellas en el desarrollo de habilidades aritméticas, que no pueden ser sólo atribuidas a una falta de conocimiento o de aptitud, sino también a un tema de natural maduración (Luna et al., 2001).

Sin embargo, dado que la transmisión de conocimiento siempre ha de entenderse bidireccionalmente, de la misma forma en que los docentes

deben formarse en neurociencia cognitiva, corresponde que los neurocientíficos comprendan también los procesos educativos y las limitaciones de la vida real que aparecen en la práctica concreta y que probablemente no estén presentes en modelos teóricos. La mayoría de los investigadores e incluso divulgadores de la neurociencia no tienen experiencia en contextos educativos reales y raramente exploran temas que hayan surgido en esos entornos. Esto puede conducir a una falta de conexión entre los investigadores y los educadores, fundamentada en las lógicas diferencias de conceptualizaciones y de vocabulario básico. Por lo tanto, de la misma forma en que los programas educativos deben facilitar la formación de los docentes en investigación científica, para que se familiaricen con sus conceptos y puedan interpretar sus hallazgos y aplicarlos en sus propios métodos, es necesario que los programas de educación en neurociencia integren la experiencia del aula en su currícula. Los beneficios que reportarían para los científicos incluirían oportunidades de aprender a pensar de forma multidisciplinar, más allá del laboratorio, y de explorar nuevos espacios para el financiamiento, así como la posibilidad de entablar diálogos con la disciplina docente para establecer nuevas líneas de investigación, y una mayor cercanía con el mundo real (no teórico) y sus problemas.

Este tipo de enfoque borra las fronteras tradicionales entre ciencia básica y aplicada. Algunos instrumentos prácticos para iniciar este diálogo de disciplinas incluyen *focusgroups* y talleres sobre intereses mutuos y específicos, visitas de neurocientíficos a centros educativos, o visitas a laboratorios por parte de docentes. Cualquier oportunidad para establecer puntos de contacto y reconocer las áreas en que ambas disciplinas se superponen puede contribuir al diálogo y de este diálogo nace la neurodidáctica, una disciplina relativamente nueva.

La neurodidáctica representa una interfaz entre la neurociencia, la didáctica, la ciencia de la educación y la psicología (Ameneyro et al., 2016). Se fundamenta en hallazgos de la investigación sobre el cerebro y ofrece propuestas para una enseñanza y aprendizaje efectivos basados en el cerebro. De esta forma, y como venimos explicando, los proyectos interdisciplinarios basados en computadoras pueden ganar en ímpetu al utilizar estos principios en la aplicación de TICs en clases, pero ahora enriquecidas con estas herramientas.

12- El Sistema Límbico es una parte profunda del cerebro que involucra una circunvolución de tejido cortical alrededor del hilio del hemisferio cerebral, y un grupo de estructuras asociadas: la amígdala, el hipocampo y los núcleos septales. Está constituido por todos los circuitos neuronales que controlan la conducta emocional y motivacional. Puede decirse que es un conjunto de estructuras cerebrales que responden a algunos estímulos ambientales produciendo respuestas tales como miedo, tristeza, alegría y otras emociones.

13- Para estos temas recomendamos los trabajos de Beatriz Janín, Esteban Levin, Alicia Stolkiner, entre otros.

14- Entiéndase por humanidades digitales, como una nueva área que busca investigar y desarrollar escenarios donde convergen el desarrollo de los problemas de las ciencias humanas y las posibilidades que brindan hoy en día las nuevas tecnologías en el quehacer de lo cotidiano.

CAPÍTULO 4

EL CEREBRO Y EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

USOS DE LA ATENCIÓN SELECTIVA Y LA MEMORIA DE TRABAJO

Siguiendo con nuestro eje vertebrador que es analizar cómo aprende un cerebro que aprende, esto es, qué mecanismos se ven involucrados en el proceso de aprendizaje, debemos llamar la atención seguidamente a la manera en que el cerebro procesa la información que recibe. Desde las formas más elementales, que tienen que ver con la percepción, hasta las formas más complejas, que se relacionan con el razonamiento. En este procesamiento interviene una suerte de "economía del pensamiento" por medio de la cual se detectan los datos relevantes y se desechan los superfluos. En todo procesamiento humano de la información, puede distinguirse entre el llamado "procesamiento automático" y el "procesamiento controlado" (Sánchez- Carpintero, 2001). El procesamiento automático no siempre se relaciona con la percepción consciente del sujeto, y por esta razón insume un escaso esfuerzo y a la vez es resistente a posibles interferencias de otros estímulos concomitantes. Contrariamente, el procesamiento controlado demanda esfuerzo consciente, y es fácilmente estorbado por estímulos ajenos. Dicho procesamiento exige la puesta en marcha de diferentes funciones de la atención, controlada por el Sistema ejecutivo, llamado "Sistema Atencional Supervisor" (SAS) por Norman y Shallice (1986). El procesamiento controlado requiere de más esfuerzo cognitivo y es el que se pone en marcha cuando se debe tomar una decisión, es necesario hacer una elección, cuando se impone solucionar un problema o, especialmente, en el proceso de aprendizaje.

En este procesamiento interviene una suerte de “economía del pensamiento” por medio de la cual se detectan los datos relevantes y se desechan los superfluos. En todo procesamiento humano de la información, puede distinguirse entre el llamado “procesamiento automático” y el “procesamiento controlado”.

En el procesamiento controlado interviene lo que se llama “memoria de trabajo” o “memoria operativa”, que es la capacidad para almacenar y manipular información por períodos cortos de tiempo, información necesaria para la realización de tareas cognitivas complejas que tienen que ver con el razonamiento y el aprendizaje de cuestiones relacionadas con el lenguaje y otras destrezas, como la matemática. La memoria de trabajo es un tipo de memoria a corto plazo (Baddeley & Hitch, 1974). Una investigación extendida a lo largo del tiempo ha establecido que la memoria de trabajo no es un almacén único de información sino un sistema de memoria formado por componentes separables que interactúan. Funcionando coordinadamente estos componentes proveen una suerte de espacio de trabajo mental que puede ser empleado para mantener y transformar la información en el curso de actividades cognitivas que lo demanden.

La memoria de trabajo se relaciona con el aprendizaje y las dificultades de aprendizaje. Gathercole et al. (2006) lo ilustran así: existen ejemplos de niños con una pobre memoria de trabajo que, además de dificultades en seguir instrucciones, también muestran problemas con actividades que involucran tanto el almacenamiento como el procesamiento de información, problemas para mantener esa información en un lugar extrapolable, hacer seguimiento de actividades, e incluso complicaciones en la atención. Por eso, el funcionamiento de la memoria de trabajo ha sido señalado por diferentes estudios como presente en grupos de estudiantes con dificultades de aprendizaje (Alloway et al., 2005).

Ejemplos de memoria de trabajo podemos encontrar al recordar y reaccionar a las cosas que se han mencionado en una conversación, al relacionamiento de conocimientos nuevos con conocimientos previos, o al sostenimiento en la memoria de una información mientras se presta atención a otra, por ejemplo durante una comunicación telefónica se atiende al interlocutor pero a la vez se puede retener en la memoria otros elementos, como una lista de tareas, o una información recibida tiempo antes desde otro medio.

De acuerdo al modelo de Baddeley y Hitch (1994), en el proceso de "memoria de trabajo" pueden identificarse varias características o componentes del proceso de almacenamiento de la información: el Sistema ejecutivo central, que actúa como un supervisor general atencional decidiendo a qué prestarle atención y a qué no, el bucle fonológico, que permite manejar y retener los datos hablados y/o escritos, la agenda visoespacial que hace posible manejar y retener el material que proviene de la información visual, y el búffer episódico, que posibilita combinar tanto el bucle fonológico como la agenda visoespacial con la memoria a largo plazo en un momento episódico dado.

En efecto, de acuerdo a los modelos más extendidos y empleados de Alloway, Gathercole y Baddeley, existen componentes separables para el almacenamiento temporario de información verbal y visoespacial. Un componente centralizado es responsable de coordinar el flujo de información entre estos sistemas de almacenamiento y la activación temporaria de la memoria de largo plazo. Las habilidades en relación a la memoria de trabajo pueden explicar diferencias individuales en el aprendizaje. Un pobre desempeño en relación con la memoria de trabajo es característico de niños que tienen dificultades para progresar con normalidad en las áreas de lectura (Bull &Scerif, 2001), matemáticas (Mayringer&Wimmer, 2000) y comprensión del lenguaje (Hsueh-Chao &Nation, 2000).

En el procesamiento controlado interviene lo que se llama "memoria de trabajo" o "memoria operativa", que es la capacidad para almacenar y manipular

información por períodos cortos de tiempo, información necesaria para la realización de tareas cognitivas complejas como la comprensión del lenguaje, la lectura, las habilidades matemáticas, en fin, el aprendizaje o el razonamiento.

Asociaciones entre las capacidades de la memoria de trabajo y el aprendizaje se han encontrado también en chicos con necesidades especiales de educación. Estos estudiantes, que necesitan un seguimiento muy cercano para el aprendizaje, han demostrado medidas muy pobres de memoria de trabajo (Alloway et al., 2005).

No hay por el momento un solo modelo que explique la atención. De acuerdo a Sánchez-Carpintero & Narbona (2001) el concepto de atención es amorfo, multidimensional y complejo. La orientación y selectividad de los procesos mentales y el sustrato sobre el que se organizan se denomina normalmente en psicología con el concepto de “atención”, y esta sería, entonces, la variable responsable de extraer los elementos fundamentales para la actividad de la mente, o el proceso que sostiene una cerrada vigilancia sobre el recorrido preciso y organizado de las representaciones mentales.

Vigotsky (1997) estableció que la atención es una función cerebral superior, que tiene como ubicación natural el sistema nervioso central. Existen tres sistemas neurofisiológicos asociados con la atención: de alerta, posterior o perceptivo y anterior o supervisor. Según Luna (1984) hay indicadores fisiológicos de la atención, síntomas físicos que indican un incremento amplio en el nivel de estado preparatorio que acompaña al fenómeno arousal, como las modificaciones en la actividad cardíaca y respiratoria.

El concepto de atención es amorfo, multidimensional y complejo. La orientación y selectividad de los procesos mentales y el sustrato sobre el que se

organizan se denomina normalmente en psicología con el concepto de “atención”, y esta sería, entonces, la variable responsable de extraer los elementos fundamentales para la actividad de la mente, o el proceso que sostiene una cerrada vigilancia sobre el recorrido preciso y organizado de las representaciones mentales.

“Arousal” es un término inglés que significa alerta o incremento de la atención y que varía en intensidad desde estados de sueño profundo a estados de excitación o ansiedad. Si bien es un término muy utilizado en psicología del deporte para clarificar los estados del deportista frente a una demanda, también y particularmente está relacionado con la educación y específicamente con los niveles de atención, tan importantes en el proceso de aprendizaje. Este término es recogido por la neuroeducación a través de la psicología cognitiva y de la teoría constructivista de la educación. “Arousal”, entonces, puede entenderse como un constructo psicológico que da cuenta de la activación a nivel fisiológico en procesos mentales como la atención, el pensamiento y el aprendizaje. La arousal, por consiguiente, está muy relacionada con el componente emocional y tiene que ver también con la activación para actuar.

A propósito, es importante para este tema observar el aporte hecho por Yerkes-Dodson con su “Curva de arousal” o “Ley de Yerkes-Dodson” que establece la relación entre el rendimiento y la motivación. A través de ella podemos entender que el rendimiento aumenta al aumentar los niveles de excitación mental, pero si ellos son demasiado altos, los estándares de rendimiento disminuyen:

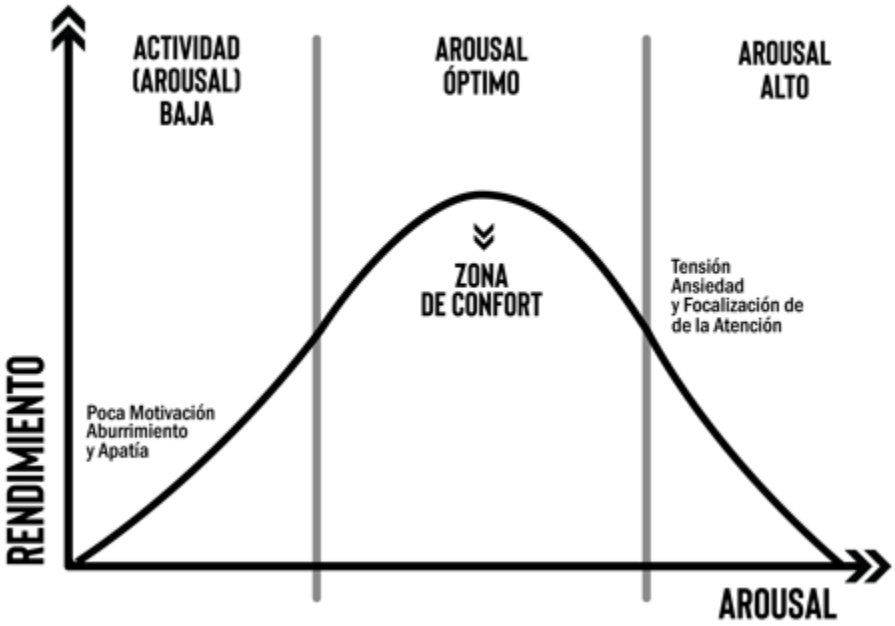

Fig. 1. Relación entre arousal y rendimiento en base a la ley de Yerkes-Dodson (15)

Explican otros autores como Estévez González & García-Sánchez (1997), que no es fácil describir los componentes de la atención y establecer sus relaciones con otros sistemas, como la memoria de trabajo. En la actualidad se consideran diferentes tipos de atención:

1. *Sistema de alerta*: es el estado de vigilia o de atención básica. En este sistema el proceso puede verse interferido ya sea por un exceso de alerta como por una deficiencia en el alerta. Es la condición necesaria para la actuación del sistema ejecutivo cerebral en la selección de estímulos sensoriales. (Young, 1990)

2. *Sistema atencional posterior*: no es igual al estado de vigilia y se lo llama “posterior” por la disposición en las estructuras corticales. Si bien se ha investigado más profundamente el componente de atención visual de este sistema, el mismo incluye también la “atención sensorial”. Es un sistema polisensorial que da lugar a que la persona procese la información desde el exterior hacia el interior, entendiéndose como procesamiento “de abajo a arriba”, en inglés “bottom-up” (Sánchez Carpintero y Narbona, 2001). Sin embargo, en estudios sobre neuroanatomía y neurofisiología

(Colby, 1998), se considera que para el procesamiento de la información se requiere de un esfuerzo atencional voluntario que es necesario para que aparezcan algunas de las funciones del sistema ejecutivo.

3. *Sistema atencional anterior*: a diferencia del proceso *bottom-up* de la información, existe otro, el *top-down*, o reflexivo y dirigido a un fin. Este sistema atencional anterior, se subdivide, a su vez, en atención selectiva o de focalización sostenida y atención dividida. Nos detendremos en la atención selectiva, que es la que favorece el mantenimiento de la atención focalizada en un estímulo, sea este visual o auditivo, o en una tarea específica, durante períodos extendidos (Sánchez Carpintero y Narbona, 2001).

Para Young & Pigott (1999), el sistema atencional anterior es el acceso de los estímulos a la conciencia por medio de los distintos sentidos. Sin embargo, se sobreentiende que la persona mientras focaliza su atención en algo, a la vez debe ser capaz de desechar estímulos que no son relevantes para la tarea emprendida (Albarracín Lizcano, 2004). Según indican los autores antes mencionados, esta capacidad se denomina “control de interferencia”, y es la que impide concentrar la atención en todos los estímulos que se reciben a la vez, y así se facilita la concreción del plan propuesto. (Sánchez Carpintero y Narbona, 2001).

Este sistema de atención anterior, a partir de la atención selectiva, permite mantener la conducta hasta la consecución de su fin, por ello se observa en la práctica que necesita de la continuidad de la percepción, así como también de la memoria inmediata y del sostenimiento del plan de acción trazado por el sistema ejecutivo cerebral. Este sistema supervisa las acciones cognitivas por medio de las funciones ejecutivas, las que detentan la capacidad de planificar, controlar las interferencias y además deciden cambiar o concluir su tarea, según la información recibida del entorno del sujeto, ya sea sensorial, emocional o mnémico.

La memoria, por su parte, ha sido definida como la habilidad de almacenar y recuperar conocimiento. Tanto la memoria como la atención tienen lugar en el sistema nervioso. Desde una perspectiva neurofisiológica, las distintas modalidades de memoria son generadas por modificaciones en la capacidad de la transmisión sináptica entre neuronas como efecto de la operación nerviosa anterior. Baddeley (1983) describe la *memoria de*

trabajo como una fuente de almacenamiento temporal que hace posible retener a la vez alguna información recibida por los sentidos, mientras que se los compara, se los contrasta o se los relaciona. Roselli et al. (2006) sostienen que la memoria de trabajo o memoria operativa hace posible de forma dinámica el almacenamiento y el procesamiento de elementos pasibles de análisis, manteniendo activa la información relevante e inhibiendo la información irrelevante.

La memoria, por su parte, ha sido definida como la habilidad de almacenar y recuperar conocimiento. Tanto la memoria como la atención tienen lugar en el sistema nervioso. Desde una perspectiva neurofisiológica, las distintas modalidades de memoria son generadas por modificaciones en la capacidad de la transmisión sináptica entre neuronas como efecto de la operación nerviosa anterior.

Los procesos de la memoria de trabajo consisten en varios pasos:

1. Codificación: la información almacenada en la memoria de trabajo, es codificada básicamente en forma acústica y visual al mantener mentalmente la imagen a la que se debe referir en determinadas tareas.

2. Olvido: incluye dos mecanismos. Por interferencia, cuando la nueva información obstruye la información antigua y la desaloja. Por degradación, cuando la información se olvida como consecuencia de la desaparición gradual de los trazos de memoria.

3. Consolidación: mediante este mecanismo se presta atención a la información para comprenderla o asociarla con la que ya se tiene. La información estará disponible por más tiempo si en el proceso de codificación se varían los contextos y se distribuyen los aprendizajes.

4. Recuperación: en este punto del proceso las personas buscan y escogen las informaciones y los datos en una lista mental: el estímulo al ser

atendido y percibido, se transfiere a la memoria de trabajo, marcando una correlación entre atención y memoria. Esta memoria habilita el recuerdo de la información, aunque es limitada y proclive a la interferencia al estar sujeta a la práctica de las diversas funciones de la atención. Paradójicamente, esta vulnerabilidad del proceso de atención le provee una gran flexibilidad, que le permite al educando estar siempre abierto a la recepción de nueva información.

Entendemos que si la atención, a partir de sus cuatro funciones precedentemente nombradas, se pone en juego desde los instantes iniciales de cualquier actividad perceptiva, la memoria de trabajo actúa en paralelo con los mecanismos atencionales para posibilitar el procesamiento controlado de la información. (Narbona & Crespo- Eguilaz, 2005).

Con respecto al sistema ejecutivo (SE), Norman y Shallice (1986) ya habían establecido la existencia de una variada terminología con la que se denomina el mismo grupo de conceptos: funciones ejecutivas (FE), procesos mentales, sistema supervisor atencional (SAS), memoria de trabajo, y atención, los cuales hacen referencia a funciones similares referidas al mismo sistema.

Por más de 50 años, psicólogos y neurocientíficos han reconocido la importancia de la memoria de trabajo para coordinar el procesamiento cuando están activas múltiples tareas y objetivos, y para guiar el comportamiento con información que no está presente de forma inmediata en el entorno. En años recientes, la teoría psicológica y los datos de la neurociencia cognitiva han convergido en la idea de que la información es codificada en memoria de trabajo a través de la ubicación de representaciones internas, ya sean memorias de largo plazo semánticas (por ejemplo, letras, dígitos o palabras), sensoriales o motoras.

En conclusión, una de las teorizaciones que más tiempo han perdurado sobre la memoria de trabajo ha sido el modelo multicomponente, introducido en 1974 por los psicólogos experimentales Baddeley y Hitch (1974).

Desde una perspectiva funcional, el modelo de múltiples componentes de la memoria de trabajo fue capaz de amortiguar y coordinar operaciones que eran identificadas por Miller et al. (1960) como críticas si uno quiere

poder mantener y realizar de forma simultánea muchos objetivos de conducta. En 1986, Badeley resumió la memoria de trabajo como un sistema para retener y manipular una información durante el desarrollo de un rango de tareas cognitivas como la comprensión de textos, el aprendizaje y el razonamiento.

Por último, Patricia Goldman-Rakic (1996) define la "memoria operativa" como "*... la habilidad de mantener ítems de información transitoriamente a disposición, al servicio de la comprensión, el pensamiento y la planificación. La memoria operativa comprende tanto funciones de almacenamiento, como de procesamiento. La memoria operativa funciona como un sitio de trabajo, para mantener ítems de información en la mente, en la medida que son recordados, manipulados o asociados a otras ideas de información entrante*". (en Arteaga Díaz, Pimienta Jiménez, 2006)

15- "El rendimiento aumenta con la excitación fisiológica o mental (estrés) pero solo hasta cierto punto. Cuando es demasiado alto, comienza a disminuir"

CAPÍTULO 5

EL CEREBRO Y EL APRENDIZAJE

Investigaciones recientes sugieren que el aprendizaje y el ejercicio de la memoria cambian la estructura del cerebro, es decir que formar un nuevo recuerdo involucra el fortalecimiento de la sinapsis en la red neuronal. Ya estudios anteriores habían comprobado que el aprendizaje puede causar otros cambios en el cerebro, por ejemplo, el aumento en la densidad de la materia gris. En aprendizajes como la lecto-escritura, se utilizan circuitos cerebrales específicos que se entrenan a medida que se desarrolla el aprendizaje y este entrenamiento de las áreas visuales que se especializan en reconocer letras va aumentando su eficacia y mejorando su respuesta ante la palabra escrita, en un constante proceso que se retroalimenta. Así pues la práctica de la lectura incide en la calidad de la materia blanca, sustancia que se encuentra en las partes más profundas del cerebro (subcorticales) y que entre otras tareas tiene la de mejorar los impulsos eléctricos entre las neuronas. Esto nos habla de un vínculo inseparable entre el cerebro y el aprendizaje.

La memoria declarativa, también conocida como “memoria explícita”, es la encargada de almacenar y traer a la consciencia de forma voluntaria hechos episódicos de nuestra vida (qué hicimos ayer, qué camino tomamos de casa al trabajo, el rostro de alguien conocido, qué leímos, etc.). Se diferencia de la “memoria procedimental o implícita” no solamente porque se hallan en lugares diferentes del cerebro, sino porque esta última tiene que ver con habilidades que se reciben en forma de datos directamente de los

sentidos pero no necesitan ser reorganizados antes de ser almacenados.

Existen estructuras nerviosas involucradas más directamente en el aprendizaje cognitivo: estas son el hipocampo y la corteza pre frontal. De manera, entonces que se puede afirmar que el desarrollo de las competencias cognitivas está atada a la denominada “memoria declarativa”. La memoria declarativa, también conocida como “memoria explícita”, es la encargada de almacenar y traer a la consciencia de forma voluntaria hechos episódicos de nuestra vida (qué hicimos ayer, qué camino tomamos de casa al trabajo, el rostro de alguien conocido, qué leímos, etc.). Se diferencia de la “memoria procedimental o implícita” no solamente porque se hallan en lugares diferentes del cerebro, sino porque esta última tiene que ver con habilidades que se reciben en forma de datos directamente de los sentidos pero que no necesitan ser reorganizados antes de ser almacenados. Dicha reorganización tiene lugar, sí, en la memoria declarativa, mediante un procedimiento cognitivo.

Los alumnos con buena Inteligencia Emocional demuestran mejores niveles de ajuste psicológico y bienestar emocional, están inmersos en redes interpersonales de mayor calidad y cantidad, las cuales les proporcionan apoyo social, son asimismo menos propensos a desarrollar comportamientos disruptivos, agresivos o violentos adaptándose mejor a las situaciones de estrés y pueden llegar a obtener un mejor rendimiento escolar.

Los trabajos del doctor Wilder Penfield y la neuropsicóloga Brenda Milner (Penfield&Milner, 1958) pusieron en evidencia el papel fundamental e importante del hipocampo en el aprendizaje cognitivo y demostraron que,

si una persona soportara la extirpación del hipocampo, sería incapaz de adquirir nuevos conocimientos.

El desarrollo de las competencias técnicas, aquellas que tienen que ver con el “saber-hacer”, se relaciona con la memoria procesal, esto es, sobre la memoria de acciones y saberes propios de la operatividad. Kolb &Whishaw (1998) constataron que los pacientes que habían sufrido una lesión en el hipocampo podían aprender tareas motrices aun sin tener recuerdos de haberlas ejecutado previamente. En el aspecto relacionado con el aprendizaje de las competencias relacionales hay menos certezas, aunque los numerosos trabajos sobre comunicación, lenguaje, reconocimiento de fisonomías y decodificación no verbal dan cuenta de la presunción de la existencia de algunas estructuras nerviosas y de una memoria específica para este tipo de competencias.

El cerebro racional es lógico y ecuánime, funciona de manera sistemática y ordenada, conoce el lenguaje y permite la comunicación verbal. Fundamenta su juicio sobre percepciones y lógica y cuando un nuevo conocimiento o una nueva información le llegan, los examina y los coloca en su sistema conceptual. Su forma de aprendizaje es cognitiva y su memoria declarativa corresponde a los hipocampos.

Las competencias emocionales se sirven de la memoria emocional que apela a la amígdala cerebral y a la corteza pre frontal. El aprendizaje emocional utiliza la forma asociativa. Según lo expuesto con anterioridad, se deduce que las competencias están respaldadas por estructuras del cerebro bien específicas.

Existen numerosas conexiones entre el sistema límbico y la corteza pre-frontal. Un caso de renombre en neurología, es el denominado “Phineas Gage” (Damásio et al, 1994), que demuestra la función de las conexiones recién mencionadas. Al sufrir un accidente, esas conexiones se destruyeron

en el cerebro del señor Gage, al sufrir una profunda lesión en el lóbulo frontal. Se pudo constatar que su inteligencia racional quedó intacta, y que su inteligencia emocional presentaba serias deficiencias, por lo cual sus comportamientos eran impulsivos e irracionales cuando estaba contrariado. El estudio de este caso permitió diferenciar el funcionamiento del cerebro racional y del cerebro emocional, y abrió paso para las investigaciones sobre la base biológica del comportamiento, así como también dio inicio a los estudios sobre la función ejecutiva del cerebro la cual, recordemos, es aquella que permite dirigir la acción hacia objetivos e influye en la capacidad de proyectar, ejecutar o modificar un accionar.

Se puede establecer una diferencia sustancial entre el “cerebro racional” y el “cerebro emocional”. El primero está dominado por la lógica, el orden, la sistematicidad. Frente a una información que le llega a través de las percepciones, puede adoptar dos conductas contrapuestas: la incorporación a la red conceptual previa o el rechazo. Ambas conductas toman lugar luego de la percepción, pero más específicamente con posterioridad a una acción lógica de examinarla. Sin embargo, también el cerebro racional está sostenido por un andamiaje de creencias y valores que muchas veces inclinan la balanza hacia la incor-poración o el rechazo del nuevo conocimiento.

Se puede establecer una diferencia sustancial entre el “cerebro racional” y el “cerebro emocional”. El primero está dominado por la lógica, el orden, la sistematicidad. Frente a una información que le llega a través de las percepciones, puede adoptar dos conductas contrapuestas: la incorporación

a la red conceptual previa o el rechazo. Ambas conductas toman lugar luego de la percepción, pero más específicamente con posterioridad a una acción lógica de examinarla. Sin embargo, también el cerebro racional está sostenido por un andamiaje de creencias y valores que muchas veces inclinan la balanza hacia la incorporación o el rechazo del nuevo conocimiento. Por otro lado, el llamado “cerebro emocional” es irracional y por tanto se deja guiar por impulsos e instintos y muchas veces reacciona espontáneamente sin dar intervención a la lógica o a la tarea de examinación del nuevo conocimiento o de la nueva información que le llega a través de los sentidos. Como dijimos antes, el cerebro emocional incide muchas veces sobre el cerebro racional. El tipo de aprendizaje que favorece la intervención del cerebro emocional es el asociativo, y por esta misma razón son tan importantes las emociones en el aprendizaje: siempre que un nuevo aprendizaje pueda relacionarse positivamente con alguna emoción, cualquiera que sea, ese aprendizaje tiende a resultar más duradero. (Rodríguez Guayabán, 2015)

Las investigaciones también han demostrado que todas las competencias se influyen y que emociones positivas podrían mejorar los aprendizajes cognitivos y técnicos. Estos estudios han llevado a los investigadores Extremera y Fernández-Berrocal (2003) a constatar que el 80 % del éxito de las personas se atribuye a la inteligencia emocional, y el resto al Cociente Intelectual.

La teoría de que existe una “Inteligencia Emocional” fue propuesta en la década del ’90 por Peter Salovey y John Mayer, aunque el concepto fue popularizado por Daniel Goleman varios años más tarde. El meollo de estas investigaciones se relacionaba con la constatación de que la inteligencia académica no siempre era decisiva a la hora de predecir el éxito no solamente laboral sino social, e incluso interpersonal. Es más: tener un coeficiente de inteligencia alto no necesariamente implicaba llevar una vida satisfactoria o feliz. Es cierto que en un principio el concepto de “Inteligencia Emocional” fue objeto de numerosas publicaciones poco probadas empíricamente y por tanto aparecieron cantidad de libros de autoayuda referidos al tema. Sin embargo, en años recientes se ha investigado bastante sobre el particular, en especial en asociación con la educación. El concepto más aceptado alude a una serie de destrezas involucradas en el procesamiento emocional de la información.

Todos estos resultados al día de hoy están todavía en estudio, pero sus primeros descubrimientos se presentan como prometedores. Los mismos permiten lanzar el desafío todavía pendiente de orientar la educación al fomento de la Inteligencia Emocional dentro y fuera del aula como factor preponderante para un mejor desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La ausencia o el déficit de Inteligencia Emocional puede desembocar en una disminución del bienestar y del ajuste psicológico de los estudiantes, y una baja en el rendimiento académico, pero también es decisiva a la hora de establecer relaciones de interacción con el grupo. En casos extremos pueden aparecer conductas inadecuadas e incluso adicciones (Extremera Pacheco; Fernández-Berrocal, 2004). Para estos autores, ya hay evidencia de que los alumnos con buena Inteligencia Emocional demuestran mejores niveles de ajuste psicológico y bienestar emocional, están inmersos en redes interpersonales de mayor calidad y cantidad, las cuales les proporcionan apoyo social, son asimismo menos propensos a desarrollar comportamientos disruptivos, agresivos o violentos adaptándose mejor a las situaciones de estrés y pueden llegar a obtener un mejor rendimiento escolar.

Todos estos resultados al día de hoy están todavía en estudio pero sus primeros descubrimientos se presentan como prometedores. Los mismos permiten lanzar el desafío, todavía pendiente, de orientar la educación al fomento de la Inteligencia Emocional dentro y fuera del aula como factor preponderante para un mejor desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Siempre comprendiendo que, en el cambio de paradigma que significa la era de la información y la comunicación, se verán ayudados y activados a través de las mediaciones virtuales en los nuevos territorios educacionales actualmente atravesados por las nuevas tecnologías

CAPÍTULO 6

LA NEURODIDÁCTICA: UNA REVOLUCIÓN EN ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La neurociencia tiene la capacidad de transformar la educación, en la medida en que ofrece nuevos métodos para entender los vínculos entre el aprendizaje y el desarrollo cognitivo así como la forma en que interactúan en modo causa/efecto. No solamente porque el desarrollo cognitivo depende del aprendizaje sino porque, recíprocamente, el desarrollo cognitivo es la condición *sine qua non* que propicia el aprendizaje. Esto quiere decir que los valores de causa y efecto son retroalimentados permanentemente. La neurociencia también provee herramientas adecuadas para evaluar la eficacia de diferentes pedagogías a través de trabajo de campo y de experimentación. Una línea de investigación prometedora sería analizar cómo los sistemas cognitivos interactúan sobre los sensoriales a medida que avanza el desarrollo de la persona. Según Goswami (2015) un ejemplo interesante se da en el estudio de las lenguas no maternas. En este caso, la neurociencia estaría en condiciones de ofrecer una explicación pormenorizada de los mecanismos que vinculan la audición, el desarrollo fonológico y la alfabetización. La vinculación estrecha entre la audición, la habilidad fonológica y la incorporación de la alfabetización fue ampliamente estudiada de forma precursora por el neurólogo británico Oliver Sacks quien analizó el desarrollo cognitivo en personas hipoacúsicas y cuyos resultados plasmó en el ya clásico libro *Veo una voz*. En él daba cuenta del considerable retraso madurativo y cognitivo que experimentaban personas sordas que no habían sido o bien oralizadas o bien alfabetizadas mediante lenguaje de señas. En ellas se hacía patente la premisa de Wittgenstein que se refiere a que los límites del lenguaje propio son los límites del mundo de cada uno (16). Y esto significa y da valor a la palabra y a la posibilidad de pensamiento a través de la palabra que, de faltar, sume a la persona en una desventaja cognitiva crucial.

La neurociencia tiene la capacidad de transformar la educación, en la medida en que ofrece nuevos métodos para entender los vínculos entre el aprendizaje y el desarrollo cognitivo así como la forma en que interactúan en modo causa/efecto. No solamente porque el desarrollo cognitivo depende del aprendizaje sino porque, recíprocamente, el desarrollo cognitivo es la condición sine qua non que propicia el aprendizaje.

Partiendo de estos hallazgos, Ortiz (2009) propone nuevas intuiciones pedagógicas que dan preeminencia al funcionamiento del cerebro frente al conocimiento, constituyendo una “Teoría del Aprendizaje Neuroconfigurador”. Asimismo, postula los conceptos de Neurocurrículo, Neuroevaluación, Neuroclase, y afirma el advenimiento de un nuevo paradigma al que bautiza como “Pedagogía configuracional”, basada en el papel de las neuronas, las redes y los circuitos cerebrales en el aprendizaje.

Del bombardeo de información que recibe el cerebro a diario, y mediando un proceso atencional decisivo, la memoria almacena aproximadamente el 10% de esa información consciente. Respecto de esto, cabe agregar que influye notablemente la forma en que esa información es transmitida: en el caso de que la misma se ofrezca de formas que no despierten el interés del estudiante, se obtendrá como resultado que no habrá interacción docente-alumno ya que este último adoptará un rol

pasivo, como consecuencia del escaso nivel de estimulación cerebral que incidirán sobre la motivación. En cambio, si la propuesta es desafiante de modo de provocar un esfuerzo intelectual del estudiante, el cerebro se mantendrá activo, favoreciendo el aprendizaje. La actividad cerebral se incrementa frente a los estímulos recibidos y se activan las respuestas. Esto último es de suma importancia en el planeamiento de las clases: el docente deberá escoger entre una propuesta que mantenga al alumno apático y otra que lo estimule. En otras palabras, deberá decidir si privilegia la información o los cuestionamientos sobre esa información. (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005).

Partiendo de estos hallazgos, Ortiz (2009) propone nuevas intuiciones pedagógicas que dan preeminencia al funcionamiento del cerebro frente al conocimiento, constituyendo una "Teoría del Aprendizaje Neuroconfigurador". Asimismo, postula los conceptos de Neurocurrículo, Neuroevaluación, Neuroclase, y afirma el advenimiento de un nuevo paradigma al que bautiza como "Pedagogía configuracional", basada en el papel de las neuronas, las redes y los circuitos cerebrales en el aprendizaje.

De esta forma, para este nuevo paradigma no es tan importante entender la clase en términos de espacio-tiempo como en términos neuropsicológicos. El aprendizaje neuroconfigurador tiene tres etapas: afectiva, instrumental y cognitiva. El circuito del conocimiento parte del sentimiento, de allí a la acción y sólo finalmente al intelecto. La configuración afectiva influye sobre la cognitiva y ambas están mediadas por una configuración instrumental, a través de operaciones, acciones, capacidades y actos que la persona despliega en el marco de una actividad. (Almeneyra et al, s/f)

Podríamos hablar, entonces, de una verdadera "pedagogía de la pregunta" como herramienta fundamental del aprendizaje. El docente debe generar cuestionamientos, intereses, curiosidad e interrogantes sobre aquello que desea enseñar para obtener un genuino aprendizaje neuroconfigurador, puesto que las preguntas surgidas en el alumno y la búsqueda de posibles respuestas será lo que active la creación de nuevos circuitos y redes neuronales, y en esto se sustenta el aprendizaje autónomo y duradero (García-Barrera, 2015). Esta afirmación puede considerarse revolucionaria: no se promueve aprendizaje trasladando conocimiento sino

generando inquietudes, cuestionamientos, dudas, en fin, interrogaciones acerca de cualquier tema a aprender. Un aprendizaje de estas características da vuelta la concepción original del maestro como detentador unívoco del saber y como transmisor por excelencia a una masa acrítica que recibe acríticamente. Es necesario decir, también, que para generar las preguntas y despertar las curiosidades, el docente debe tener no solamente la experticia adecuada en su campo de saber sino también el manejo de las herramientas precisas que colaboren en esa tarea, las cuales incluyen formación en neurociencias a fin de que sus esfuerzos didácticos sean más eficaces y adaptados a las formas en que el cerebro aprende.

Podríamos hablar, entonces, de una verdadera “pedagogía de la pregunta” como herramienta fundamental del aprendizaje. El docente debe generar cuestionamientos, intereses, curiosidad e interrogantes sobre aquello que desea enseñar para obtener un genuino aprendizaje neuroconfigurador, puesto que las preguntas surgidas en el alumno y la búsqueda de posibles respuestas será lo que active la creación de nuevos circuitos y redes neuronales, y en esto se sustenta el aprendizaje autónomo y duradero (García-Barrera, 2015). Esta afirmación puede considerarse revolucionaria: no se promueve aprendizaje trasladando conocimiento sino generando inquietudes, cuestionamientos, dudas, en fin, interrogaciones acerca de cualquier tema a aprender. Un aprendizaje de estas características da vuelta la concepción original del maestro como detentador

unívoco del saber y como transmisor por excelencia a una masa acrítica que recibe acríticamente.

Quizá la mayor sinergia práctica y cercana entre la educación y la neurociencia cognitiva queda de manifiesto en un experimento en que se propusieron medidas de comportamiento y cerebrales al servicio de predecir las dificultades en la lectura en estudiantes a fin de evitarlas o sortearlas satisfactoriamente. Un ejemplo es un estudio que se focaliza en la decodificación, es decir en la habilidad de determinar el sonido de una secuencia de letras partiendo del sonido de sus letras y sílabas constitutivas. A los estudiantes identificados por los docentes como con dificultades para la lectura se les dio un test estandarizado de decodificación y doce medidas adicionales de lenguaje y lectura y a la vez atravesaron un testeo de imágenes cerebrales. Las medidas de comportamiento y cerebrales tomadas al comienzo del año escolar fueron luego relacionadas con la capacidad de decodificación de los estudiantes al término de dicho año, las que mejoraron en promedio luego de un año de educación. Las pruebas de conducta y las imágenes cerebrales dieron cuenta de 65% y 57% de la variación, pero la combinación de ambas medidas daba cuenta del 81% de la variación (Shaywitz & Shaywitz, 2005). Este hallazgo sugiere que la combinación de medidas de comportamiento y de cerebro, quizá en conjunto con información genética y familiar, son capaces de mejorar la certidumbre con la que se pueden predecir dificultades de aprendizaje en estudiantes.

Sólo tenemos consciencia de una ínfima parte de toda la información que recibe el cerebro; con atención extrema, la memoria almacena sólo el 10% de esa información consciente (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005). Si esa información es expuesta sin que revista interés para el estudiante y éste se limita a escuchar se genera una actividad cerebral pasiva y en

consecuencia los estímulos del cerebro son reducidos, lo que frena la motivación, los indicadores afectivo-sociales, y las respuestas de acción y reacción cognitiva.

El docente también obtiene una ganancia del empleo de conocimientos de las neurociencias y no sólo el estudiante como sujeto que aprende. La neurociencia facilita la tarea de los docentes, les permite invertir menos tiempo y esfuerzo para conseguir las mismas metas. En muchos casos, sólo comprueba por medios científicos lo que la pedagogía ya conocía. Pero de esta forma, se vuelve un refuerzo a determinadas prácticas docentes y permite que el profesor las aborde con mayor confianza.

Los educadores suelen a menudo realizar estudios, posgrados o especializaciones para tener un ámbito donde reflexionar sobre su propia práctica tamizada desde la teoría. En este sentido, la neurociencia cognitiva tiene algo que aportar. No es en sí misma una metodología o solución educativa, así como tampoco una receta mágica para los problemas que se presentan en el aula. Es más bien un marco que permite al docente rever su práctica desde otra óptica y con una elaboración teórica más sólida. Sin embargo, y aunque la neurociencia no se puede considerar como un manual infalible para “enseñar mejor”, a esta altura de las indagaciones neuroeducativas aparecería de una verdad irrefutable la capacidad de esta reciente línea investigativa y de los nuevos paradigmas que de ella emanan, para conseguir que los procesos de enseñanza y aprendizaje se vean no solamente enriquecidos sino también convertidos en más efectivos.

16- Los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo. (Tractatus lógico-philosophicus, 5.6, 1922)

CAPÍTULO 7

MITOS Y VERDADES SOBRE LA NEUROCIENCIA

Aunque existe un creciente interés por las neurociencias de parte de la educación, el campo de la neurociencia es complejo y la precisa transferencia de los hallazgos de investigaciones en el aula suele ser una tarea difícil (Jolles y Crone, 2012; Bailey, 2010). Esta brecha entre la neurociencia y la educación ha abierto la puerta a múltiples errores (Goswami, 2006). En el 2002, el proyecto Brain and Learning de la OECD (17) colocó la atención sobre este fenómeno. La organización expresó su preocupación en relación con la rápida proliferación de los neuromitos. Estos fueron definidos como "un error de percepción o conceptualización originado por una confusión, una mala interpretación o una citación incorrecta de hechos establecidos científicamente (por investigadores del cerebro) para afirmar el uso de investigaciones científicas en educación y otros contextos" (OECD, 2002).

La gravitación de los neuromitos en el aula significa una pérdida de recursos, no sólo económicos sino también materiales y de tiempo y esfuerzo, que serían más productivos si se desarrollaran en base a prácticas con respaldo científico (Sylvan y Christodoulou, 2010, Pasquinelli, 2012). A pesar de las preocupaciones en relación con la proliferación rápida de los neuromitos (Goswami, 2006), no se conoce mucho acerca de su prevalencia entre los profesionales en el campo de la educación.

La gravitación de los neuromitos en el aula significa una pérdida de recursos, no sólo dinerarios sino también materiales y de tiempo y esfuerzo, que serían más producti-vos si se desarrollaran en base a

prácticas con respaldo científico (Sylvan y Christodoulou, 2010, Pasquinelli, 2012).

Dekker et al. (2012) sostienen que para reducir la cantidad de mitos que actualmente proliferan dentro de los centros educativos, sería conveniente una formación explícita en neuromitos para los docentes y en la falta de sustento científico de muchos programas basados en el cerebro. Investigación previa ha demostrado que esto puede ser efectivo en reducir la incidencia de las nociones incorrectas extrapoladas a la educación (Kowalski& Taylor, 2009).

Con el mismo fin de evitar los errores de conceptualización en el futuro, se sugiere mejorar la comunicación entre los científicos y los educadores, así como mejorar la alfabetización en neurociencia de los docentes. De esta forma los docentes podrían incorporar la capacidad para evaluar críticamente la investigación y la información que reciben y examinar la evidencia científica antes de incluir hallazgos neurocientíficos dentro de su práctica docente (Howard-Jones, 2009). Sería útil, asimismo, un diálogo e intercambio permanente entre docentes y neurocientíficos para establecer colaboraciones efectivas entre los dos campos, evitando que el material de divulgación de las investigaciones en neurociencias contengan información errónea o malinterpretada y aclarando qué puede inferirse y qué no de sus tareas investigativas. (Jolles et al, 2005).

Los docentes que están menos interesados en la investigación sobre el cerebro creen más mitos, debido a una falta de conocimiento en neurociencia y a una falta de motivación para comprender los hallazgos en el mencionado campo. Esto demuestra la necesidad de mejorar el profesionalismo docente y la comunicación interdisciplinaria en el futuro.

Los resultados del estudio de Dekker et al., (2012) reflejan la prevalencia de neuromitos en una muestra de docentes con un fuerte interés en el aprendizaje en neurociencia. Esto revela importante información sobre los docentes que podrían implementar de forma incorrecta ideas basadas en la relación del cerebro con la práctica educativa.

No obstante, se debe señalar que los docentes que están menos interesados en la investigación sobre el cerebro creen más mitos, debido a una falta de conocimiento en neurociencia y a una falta de motivación para comprender los hallazgos en el mencionado campo. En conclusión, el estudio de Dekker et al (2012) sugiere que los docentes que muestran entusiasmo por la posible aplicación de evidencia de la neurociencia en las aulas, muchas veces encuentran desafiante distinguir pseudo ciencia de hechos científicos, aunque la posesión de más conocimiento general sobre el cerebro no parece protegerlos de los neuromitos. Esto demuestra la necesidad de mejorar el profesionalismo docente y la comunicación interdisciplinaria en el futuro. Es promisorio que los docentes estén ávidos de aprender sobre el cerebro y su rol en el aprendizaje. Aunque la integración de la neurociencia en las prácticas docentes permanece como un desafío, los esfuerzos conjuntos de científicos y docentes pueden allanar el camino hacia una colaboración exitosa entre ambos campos.

La palabra “neuromito” fue acuñada por Alan Crockard en la década de 1980 para referirse a las creencias no científicas acerca el cerebro que circulaban en ambientes relacionados directa o indirectamente a la medicina. Tiempo más tarde, el proyecto Cerebro y Aprendizaje de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo habló de “Un malentendido, una mala interpretación, y, en algunos casos, una manipulación deliberada de hechos científicos” (OCDE, 2002). El mito sería

entonces el resultado de una mala comprensión de evidencias científicas aplicadas en educación y otros contextos.

Howard-Jones (2014) también coloca su interés en los mitos sobre la neurociencia y la investigación. Sostiene que éstos han sido empleados en centros educativos y universidades para justificar enfoques ineficaces para la enseñanza. Las condiciones culturales como la diferente terminología y lenguaje han contribuido a una brecha entre la neurociencia y la educación que ha puesto estas distorsiones al resguardo del examen crítico.

La palabra “neuromito” fue acuñada por Alan Crockard en la década de 1980 para referirse a las creencias no científicas acerca el cerebro que circulaban en ambientes relacionados directa o indirectamente a la medicina. Tiempo más tarde, el proyecto Cerebro y Aprendizaje de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo habló de “*Un malentendido, una mala interpretación, y, en algunos casos, una manipulación deliberada de hechos científicos”* (OCDE, 2002). El mito sería entonces el resultado de una mala comprensión de evidencias científicas aplicadas en educación y otros contextos.

Los errores pueden provenir de interpretaciones erróneas de hechos científicos genuinos sostenidas por personas con una fijación en teorías excéntricas que supuestamente revolucionarán la ciencia y la sociedad.

Algunos de estos mitos que surgen de la incorrecta interpretación de evidencia científica entregada por la neurociencia podrían ser, por ejemplo: aunque está recomendado un consumo de entre 6 y 8 vasos diarios de agua, no existe evidencia de que el que no cumple con esta condición tiene un rendimiento cognitivo más bajo. Sin embargo, muchos docentes consultados en un estudio aseveraron con firmeza que el incumplimiento de esta cuota conduce a la reducción de la capacidad del cerebro.

Quizá el mito más popular y más influyente en la educación es que los estudiantes aprenden con mayor eficiencia cuando se les enseña en su estilo de enseñanza preferido. Esta idea ha adquirido diferentes justificaciones que alegan tener un origen neurocientífico. Subyacentemente se sostiene en la idea de que existen diferentes regiones del córtex que actúan o toman

parte en los distintos procesamientos de información a través de los sentidos. Con esta afirmación como base se colige que los estudiantes necesitan recibir la información haciendo foco en qué región de su córtex les funciona mejor. La interconectividad del cerebro, sin embargo, quita fundamento a esa asunción y la revisión de bibliografía educativa y estudios controlados de laboratorio no son capaces de sostener este enfoque. No obstante, es cierto que pueden existir preferencias y que presentar la información en múltiples soportes puede facilitar el aprendizaje.

Una de las condiciones que posiblemente favorezca la propagación de un mito es el hecho de que la contraevidencia, junto con los hallazgos neurocientíficos en los que se basa el mito, son difíciles de acceder, lo que indirectamente protege al mito de ser evaluado. Cuando los hallazgos y la contraevidencia son complejos o sólo pueden ser leídos en publicaciones científicas, es fácil para quienes no son especialistas errar, malinterpretar o ignorar, lo que colabora para que el mito pueda dispersarse..

Una de las condiciones que posiblemente favorezca la propagación de un mito es el hecho de que la contraevidencia, junto con los hallazgos neurocientíficos en los que se basa el mito, son difíciles de acceder, lo que indirectamente protege al mito de ser evaluado. Cuando los hallazgos y la contraevidencia son complejos o sólo pueden ser leídos en publicaciones científicas, es fácil para quienes no son especialistas errar, malinterpretar o ignorar, lo que colabora para que el mito pueda dispersarse. Tomemos como ejemplo la teoría del cerebro izquierdo y del cerebro derecho, según la cual la disposición de los estudiantes surge por el modo en que es dominante el lado izquierdo o derecho del cerebro. Aunque los detalles de dicha caracterización varían entre diferentes programas educativos, se considera

que los “educandos intuitivos” son quienes más usan el cerebro derecho y los “aprendientes secuenciales y sistemáticos” suelen ser más fuertes con el cerebro izquierdo. Incluso existen textos de educación que incentivan a los docentes a determinar si un estudiante es más fuerte con el lado izquierdo o derecho. El hecho científico sobre el que se anida este mito no es difícil de ser rastreado, algunos tipos de procesos cognitivos son lateralizados, en relación con la actividad adicional asociada a ellos. No obstante, al analizar los estudios de neuroimagen se puede demostrar que la actividad neuronal se encuentra homogéneamente distribuida durante las tareas cotidianas. Sin embargo, una interpretación prejuiciosa de las imágenes que muestran zonas calientes del cerebro en determinadas actividades, como se reproduce en artículos masivos, puede promover la idea de que el cerebro trabaja en unidades funcionales aisladas.

El mal uso de la neurociencia cognitiva y del desarrollo, y los conceptos simplificadores han recibido mucha crítica dentro de las neurociencias. Además de las señaladas, podrían mencionarse aquellas teorías que no consideran la plasticidad del cerebro (Rose & Rose, 2012). Adicionalmente, existen serias advertencias metodológicas en relación con otras simplificaciones e incluso interpretaciones sospechosas de los resultados de algunos tests de imágenes y de la visualización de la actividad cerebral (Vul, Haris, Winkielman, & Pashler, 2009). Aunque las neurociencias han hecho un gran progreso en la comprensión de las relaciones entre la adversidad económica y el desarrollo del cerebro (Noble et al, 2015), todavía sigue vigente el argumento pensado por Bruer en 1997 de que basar la relación entre performance y condicionamientos sociales sólo en la neurociencia es trazar un puente que va “demasiado lejos”.

Con las debidas precauciones, los docentes tienen mucho para incorporar y aprender de las neurociencias cognitivas. Una mayor exposición de los docentes a la investigación científica de calidad ayudará a que los educadores se vuelvan más informados y críticos y se torne más fácil para ellos evitar mitos que no se basan en evidencia científica. El valor de traslación de muchos estudios cognitivos es obvio. Por ejemplo, el trabajo creativo del laboratorio de Henry Roediger demostró que las pruebas no sólo miden el conocimiento, sino que de hecho lo fortalecen (Kapricke y Roediger, 2010). El mensaje es que la recuperación de la información (retrieval) no es un proceso pasivo, sino que es una forma crítica de

fortalecer la memoria. Este resultado tiene el potencial de alterar una estructura fundamental del aprendizaje en el aula. Siendo que la memorización y la consolidación del aprendizaje son componentes básicos de la educación y al mismo tiempo son tópicos profundamente explorados en la neurociencia, es un gran lugar para empezar a construir puentes para conectar a ambas disciplinas.

Otro ejemplo de cómo el conocimiento de las neurociencias puede mejorar el aprendizaje deriva de nuestra comprensión de los beneficios cognitivos de la música. Kraus & Banai (2007) han demostrado que la experiencia musical limita enormemente los efectos negativos de los ruidos de fondo que compiten en el aprendizaje. Forgeard et al. (2008) han encontrado que las personas que regularmente practicaban un instrumento musical de jóvenes muestran mejor reconocimiento del sonido, así como mejores niveles de memoria y atención en comparación con no-músicos. Los educadores y el público en general deben conocer que la formación musical optimiza las capacidades para el lenguaje y las habilidades no verbales y por qué esto es posible (Hyde et al., 2009).

La neuroeducación alcanza a las funciones humanas más básicas, como el sueño. El rol del sueño y su impacto en la memoria es un tópico ricamente explorado entre los neurocientíficos. Una buena noche de sueño no sólo permite el descanso, sino que despierta cambios en el cerebro que ayudan a mejorar la memoria. Los estudios con animales muestran que la memoria es mayor luego del sueño que después de permanecer despierto por un tiempo, y que el cerebro trabaja para consolidar los recuerdos en los períodos de descanso (Gilestro et al., 2009). Tamminen et al., (2010) encontraron que el sueño mejora la memoria de componentes emocionales de escenas visuales. Este conocimiento deja su impacto en los jóvenes y su capacidad para aprender. La falta de sueño puede conducir a problemas de desarrollo, de atención y emocionales, todos los cuales aparecen reflejados en el desempeño en el aula, y estos hallazgos pueden tener un impacto en último término en la educación posterior.

En relación al ejercicio, para poner otro ejemplo, los estudios muestran que el ejercicio protege cierto tipo de células cerebrales y mejora el funcionamiento motor. Más aún, Zigmond et al (2009) han demostrado que la actividad física puede ayudar en la recuperación de daño neuronal. Estas

conclusiones generan información relevante a la hora de organizar la curricula y de mejorarla, por ejemplo con clases de danza y otras actividades lúdicas, como forma de priorizar aquellas actividades que serán cruciales en el progreso del aprendizaje.

La mente del aprendiente infantil fue por mucho tiempo concebida como una tabula rasa, vaciada de todo contenido conceptual y gradualmente llenada con su experiencia sensorial acumulada. Hoy, sin embargo, existe amplia evidencia de que los estudiantes poseen un núcleo de conocimiento conceptual que incluye nociones de matemáticas, cognición social y lenguaje (Carew & Magsamen, 2010). Aunque la mayor parte de la evidencia proviene de estudios conductuales, varios aspectos del pensamiento infantil están encapsulados en la mente, no expresados por ningún efecto motor (Evers & Sigman, 2013). Sacar provecho de las herramientas de las neurociencias para inferir el contenido mental de los infantes es particularmente relevante en el estudio del desarrollo del lenguaje. Los estudios de la actividad cerebral evocados en el lenguaje normal en chicos de dos años demostraron que las regiones del cerebro lateralizadas hacia la izquierda están activas ya en ese momento. Diferentes estudios con imágenes de alta resolución de resonancias magnéticas demostraron que los niños pre-lingüísticos muestran actividad cerebral que es consistente con una forma rudimentaria del lenguaje.

Ganar conciencia de estos aspectos de la mente del estudiante puede ayudar a los padres a mejorar la calidad de sus interacciones con sus hijos. Los padres naturalmente asisten a sus hijos en las tareas más importantes, tales como alcanzar un objeto, gatear, caminar, etc. Un elemento clave de dicha guía pedagógica es reconocer las intenciones de los chicos. Si los padres supieran que los niños de tres meses son capaces de producir una forma rudimentaria de lenguaje que no está asociada a la acción motora, ganarían motivación para hacer más conversaciones con los chicos, entrenando el sistema de lenguaje en desarrollo de la misma forma en que un padre acerca su brazo cuando reconoce la intención del niño de empezar a caminar.

El desafío de la enseñanza para este siglo es no solamente incorporar definitivamente toda la caja de

herramientas que proveen las nuevas tecnologías a los emergentes territorios de la educación en el paradigma de la información y la comunicación, sino además complementar esta aplicación instrumental con los aportes reales —sin neuromitos— que las neurociencias tienen para ofrecer para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Otro elemento clave de la pedagogía es comprender qué es lo que puede hacer el estudiante en cada etapa. Y por supuesto comprender lo que no es capaz de hacer. Nadie le demandaría a un niño de 6 meses que corra, ni se sentiría frustrado si esto no ocurriera. Sin embargo, existen situaciones semejantes que ocurren y pasan desapercibidas en el terreno de la cognición. Por ejemplo, las investigaciones de Posner & Rothbart (2005) sobre las redes atencionales sugieren que los estudiantes pequeños pueden orientar la atención (atención dirigida) hacia un nuevo elemento, pero probablemente no han desarrollado un sistema de desapego, que es útil para voluntariamente retirar la atención del elemento o conducta atendida. De forma similar, padres y docentes pueden comprender, partiendo de aprendizajes de las neurociencias y de la psicología cognitiva, que el desarrollo lento y progresivo de mecanismos de control hacen que la consideración de recompensas futuras sea menos probable en los estudiantes pequeños. Es decir, los adultos deben localizarse en las consecuencias inmediatas cuando negocian con los menores.

Llegados a este punto podemos afirmar que no todo lo que se escucha en los medios de comunicación o se lee en artículos de divulgación respecto de la relación entre neurociencia y educación es verdad. Existen y son muy extendidos los neuromitos, que son afirmaciones que se dan por ciertas con escaso basamento científico y nula probanza empírica. Una de las razones para la proliferación de neuromitos se debe a los escasos esfuerzos de reunir y generar lazos de cooperación entre docentes y neurocientíficos y, además, en la exigua cuota de preparación que los docentes tienen en el área de las

neurociencias, a pesar de lo fundamental del creciente aporte de las ellas a la educación.

También hay que decir que, si bien existen los neuromitos y es imperativo desarticularlos a través de una buena formación docente, esto no invalida el hecho ya ampliamente probado de la beneficiosa interacción entre neurociencia y pedagogía y entre neurociencia y psicología cognitiva.

El desafío de la enseñanza para este siglo es no solamente incorporar definitivamente toda la caja de herramientas que proveen las nuevas tecnologías a los emergentes territorios de la educación en el paradigma de la información y la comunicación, sino además complementar esta aplicación instrumental con los aportes reales —sin neuromitos— que las neurociencias tienen para ofrecer para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Nuestro modelo, el que proponemos en este trabajo, se apoya sobre estas dos columnas básicas y propone ponerlas a dialogar en función del mejoramiento de la experiencia de docentes y estudiantes.

17- Organization for Economic Cooperation and Development

CAPÍTULO 8

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y NEUROCIENCIA: DEL CONDUCTISMO AL CONSTRUCTIVISMO

Muchos enfoques contemporáneos de educación a través de la tecnología se basan en la idea de que el estudiante es un constructor activo del conocimiento. Los enfoques tradicionales y anticuados, en el lado opuesto, lo ubican en una posición pasiva. Contra lo que podría pensarse, el uso de la tecnología en educación se instaló con un paradigma completamente distinto al actual. Gardenfors y Johansson (2014) presentan una mirada abarcadora de la evolución del uso de TICs en educación, proponiendo que el ingreso de la tecnología fue en el marco de las teorías conductistas sostenidas por Skinner en la década de 1950. Como se sabe, las ideas de Skinner reposan en los descubrimientos sobre el comportamiento, específicamente sobre el aprendizaje en relación con el comportamiento, enunciadas pioneramente por Iván Pavlov y John Watson. Estos científicos (psicólogo y fisiólogo) estudiaron lo que se llamó “condicionamiento simple”, es decir la inducción de una respuesta a través de un estímulo. El conductismo sostiene que la psicología es una ciencia y por tanto sus afirmaciones pueden ser probadas empíricamente no solo en un laboratorio sino extrapoladas a la vida real. Burrhus Frederic Skinner realiza un notable aporte a esta teoría al establecer los conceptos de “refuerzo”, “recompensa” y “condicionamiento operante”. El aprendizaje se entiende como un proceso reactivo del estudiante al ambiente y al estímulo y se traduce en cambios de conducta observables. Por otra parte, se entiende que de mediar un refuerzo o una recompensa, el aprendizaje será más efectivo.

En la teoría conductista el aprendizaje se entiende como un proceso reactivo del estudiante al ambiente

y al estímulo y se traduce en cambios de conducta observables. Por otra parte, se entiende que de mediar un refuerzo o una recompensa, el aprendizaje será más efectivo. El estudiante es considerado un sujeto flexible ante los estímulos y guiado individualmente a través de ejercicios prácticos que proporcionan un feedback inmediato y un refuerzo de las habilidades aprendidas.

En la instrucción conductista, el estudiante es considerado un sujeto flexible ante los estímulos y guiado individualmente a través de ejercicios prácticos que proporcionan un *feedback* inmediato y un refuerzo de las habilidades aprendidas. La formación procede de forma incremental, desde pasos pequeños y manejables hacia metas de aprendizaje bien definidas. Aunque muchas afirmaciones y creencias de esta teoría fueron dejadas atrás, todavía están en la base de varios *softwares* educativos y gran parte de los *softwares* tutoriales del presente se diseñan de acuerdo a estos principios.

El cognitivismo que emergió luego del conductismo consideró el cerebro como una estructura similar a una computadora, y tuvo su principal influencia en el desarrollo de la inteligencia artificial, aprendizaje basado en sistemas expertos y otros desarrollos de *software*, aunque su influencia directa en la educación con TICs haya sido luego modesta. La idea central del cognitivismo pasa por analizar los mecanismos que intervienen en la codificación y almacenamiento de la información recibida por el aprendiente. A diferencia del conductismo, el cognitivismo no repara solamente en la conducta observable —la traducción de un aprendizaje a algo externo, visible y medible— sino que se ocupa de entender cuáles son los procesos internos que se desencadenan mientras que la persona está aprendiendo. Los estímulos externos no provocan reacciones inmediatas y unívocas, sino que convocan recuerdos, conceptos, redes de aprendizajes, relaciones, etc. El sujeto que aprende no es un objeto que reacciona, sino un sujeto que elabora su aprendizaje activa y participativamente, procesando,

codificando, clasificando y decodificando el flujo de información que viene del exterior.

El constructivismo, por su parte, es el paradigma dominante hoy en educación y tiene un rol central también en aquella mediada por TICs, aunque Gardenfors & Johansson (2014) concluyen que todos los paradigmas son todavía útiles y requieren de consideración en el desarrollo de educación sostenida en las TICs, especialmente cuando se incluye dentro de este concepto a todas las formas de aprendizaje colaborativo con soporte informático o con conexión de red.

Las principales metas del constructivismo son el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y razonamiento, pensamiento crítico y pensamiento independiente. La formación constructivista se inserta en un entorno complejo, realista y relevante que apunta a generar auto-conciencia sobre el proceso de creación del conocimiento. Este paradigma coloca el foco en el bagaje de conocimientos y capacidades que las personas acarrean a los escenarios de aprendizaje y cómo ese bagaje coadyuva al proceso de aprendizaje. A la vez, se aleja de los paradigmas que perciben al educando como un recipiente pasivo de la información. Por eso es tan importante privilegiar en el aula una dinámica de colaboración e interacción entre docentes y alumnos, cuyas acciones ayudan a co-construir dichos entornos colaborativos. Los roles de ambos constituyen una acción comunicativa y coadyuvan a lograrlo: el estudiante, implicado en una actitud proactiva, y el docente actuando como un facilitador y potenciador en la construcción de ambientes de aprendizaje, el cual realiza mediaciones a través de dispositivos tecno-pedagógicos.

Después del constructivismo llegó el modelo contextualista, que tiene por referente a L. Vygotsky, desde el cual el uso de las TICs también parece refrendado. Siguiendo a Vygotsky (1997) puede sostenerse que la relación entre el docente y el alumno es una operación constructiva constituida por vínculos sociales e interpersonales. En esta operación constructiva tiene lugar el desarrollo del individuo y dura lo que dura la vida, siendo la educación, con su impronta, la que la que crea al sujeto, siendo la persona siempre un efecto del acto educativo.

La formación constructivista se inserta en un entorno complejo, realista y relevante que apunta a generar auto-conciencia sobre el proceso de creación del conocimiento. Este paradigma coloca el foco en el bagaje de conocimientos y capacidades que las personas acarrean a los escenarios de aprendizaje y cómo ese bagaje coadyuva al proceso de aprendizaje. A la vez, se aleja de los paradigmas que perciben al educando como un recipiente pasivo de la información. Por eso es tan importante privilegiar en el aula una dinámica de colaboración e interacción entre docentes y alumnos, cuyas acciones ayudan a co-construir dichos entornos colaborativos.

El modelo contextualista de la educación contempla en el desarrollo de las personas tanto las dimensiones culturales como las influencias socio-históricas. En esta interacción permanente se da una relación dialógica entre la sociedad y la persona: mientras adquiere conocimiento del contexto social y cultural que lo rodea, a su vez —y con ese conocimiento— provoca cambios en su propio contexto. (Vygotsky, 1997).

Una de las distinciones fundamentales que subyacen a la línea de razonamiento de Vygotsky es la transición cualitativa y el rol de la mediación en la distinción entre las funciones mentales “elementales” y “superiores”. La estrategia general de Vygotsky era examinar cómo las funciones mentales, tales como la memoria, la atención, la percepción y el razonamiento, aparecen en primer lugar como una forma elemental y luego son modificadas en una forma superior. En su enfoque se hace una distinción entre las líneas de desarrollo “natural” y la “social o cultural”. El desarrollo natural produce funciones en su forma elemental, mientras que el desarrollo cultural convierte los procesos elementales en superiores (Vygotsky, 1997). Es la transformación de funciones elementales en

funciones superiores que Vygotsky tenía en mente cuando se refería a cómo se modifica la naturaleza del desarrollo.

La idea central del cognitivismo pasa por analizar los mecanismos que intervienen en la codificación y almacenamiento de la información recibida por el aprendiente. A diferencia del conductismo, el cognitivismo no repara solamente en la conducta observable —la traducción de un aprendizaje a algo externo, visible y medible— sino que se ocupa de entender cuáles son los procesos internos que se desencadenan mientras que la persona está aprendiendo.

Las posiciones contextualistas surgen en el entorno de la llamada psicología cultural y cuestionan la dimensión teleológica del desarrollo, es decir, el entendimiento del desarrollo como un desenvolvimiento progresivo y directo hacia una meta prefijada. (Cole & Wertsch., 1996).

El paradigma contextualista reposa sobre algunas ideas-clave como son: la mediación de artefactos, el desarrollo histórico de la cultura y las prácticas cotidianas como elemento fundamental de la actividad humana. En el primer aspecto, el de la mediación de artefactos, es donde nos vamos a posicionar para analizar el fracaso en la incorporación de las TICs en el aula.

Vygotsky piensa que las relaciones entre las personas y los objetos (y de eso se trata esencialmente la actividad humana) están mediadas por instrumentos no sólo materiales sino también simbólicos, y a ello llama “mediación cultural” (Vygotsky, 1997). Tenemos así un sujeto, un objeto y los instrumentos de mediación que permiten la construcción de las funciones culturales básicas. Entonces surge la idea de “artefacto” que es al mismo tiempo ideal y material. Los artefactos culturales, asimismo, son

mediaciones instrumentales entre el docente y el alumno y entre el alumno y el saber. Por otra parte, es corriente aceptar que los contenidos en la educación formal muchas veces condicionan las maneras de enseñar y aprender y por tanto, determinan qué mediaciones van a ser utilizadas. Para Vygotsky, las funciones mentales superiores, como la memoria, el pensamiento o la atención están mediadas por herramientas y signos que actúan de enlace entre el sujeto y lo social. El individuo se desarrolla desde el nacimiento a través de una interacción con el medio ambiente (hogar, escuela, lugar de residencia, etc.), y por medio del uso del lenguaje, las habilidades y las herramientas (tecnologías). Lo que se quiere enfatizar es la importancia decisiva que tienen dichos artefactos culturales (entre los que están las distintas herramientas como las tecnologías) a la hora de lograr esa mediación y, con ella, el proceso de aprendizaje. Dicho de modo simple y llano: si el aprendizaje no se da sino en contexto y mediado por herramientas y signos, es de vital importancia que se preste atención no solamente a los contenidos a enseñar sino también a las estrategias de vehiculización (actividades y tareas) de esos contenidos, cuyas herramientas sean más dúctiles, amigables y efectivas buscando desarrollar el factor cognitivo de la comprensión.

Con todo lo antes dicho, queda de manifiesto la relevancia de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación en los procesos de aprendizaje que tienen lugar en las aulas. Estos son, en la actualidad, los dispositivos materiales y simbólicos a los que hacía referencia Vygotsky en su teoría. Sin embargo, con lo mucho que se habla sobre las TICs y la enseñanza, con la presencia que tiene este tópico en declaraciones de especialistas en educación, políticos, dirigentes educativos y comunicadores que se sustentan en mayor o menor grado en la teoría de Vygotsky y otros contextualistas, los avances en su incorporación en los últimos años han sido menos que moderados.

Por lo tanto queda clara la necesidad e incluso la urgencia de plantear nuevos abordajes para estos novedosos y desafiantes territorios educativos. La revolución, en el sentido de cambio drástico e inconmensurable respecto de los escenarios educativos tradicionales, está en marcha y es inexorable: el mundo ya ha cambiado y cambiará mucho más vertiginosamente en el futuro: queda en manos de nosotros, los docentes, ponernos a la altura de semejantes transformaciones.

CAPÍTULO 9

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: LA CONVENIENCIA DEL TRABAJO CONJUNTO

Son muchos los trabajos que intentan demostrar que existen descubrimientos de las neurociencias que son pertinentes para el ámbito de la docencia. Sin embargo, en el pasado y hasta la actualidad no se pudo lograr que se les preste la suficiente atención. Los diferentes estudios sugieren a los docentes actualizarse e incluso investigar sobre neurociencia, es decir, dejar de verla como una disciplina ajena a la educación o que no tiene nada que ver con ella.

Una manera de conciliar neurociencia y educación para hacer efectivo un resultado en la práctica áulica es que tanto docentes como cuerpo directivo sean formados en la investigación de las posibles aplicaciones de las neurociencias a la educación. De esta manera, los docentes no solo recogerían datos y experiencias sobre las estrategias a aplicar, sino además también les facilitaría acrecentar su propio desarrollo profesional proporcionando una consistente retroalimentación para su autoevaluación.

En primer lugar citaremos el trabajo de Salas Silva (2003) el cual ofrece un panorama del alcance de la neurociencia hasta el presente y de los descubrimientos que son homologables a la educación. El autor aborda

diferentes aspectos, fundamentalmente los que analizan las implicancias de estas investigaciones neurocientíficas para la enseñanza y el aprendizaje, para la evaluación de los aprendizajes y para el desarrollo de los planes de estudio. También ofrece pautas que permitan pasar de la teoría a la práctica en el aula, es decir, que posibiliten traducir estos descubrimientos en modificaciones concretas del acto educativo, insistiendo en la explicación de cómo delinear un contexto de educación relacionado con la forma de aprender del cerebro. El trabajo postula como sugerencia que una manera de conciliar neurociencia y educación para hacer efectivo un resultado en la práctica áulica es que tanto docentes como cuerpo directivo sean formados en la investigación de las posibles aplicaciones de las neurociencias a la educación. De esta manera, los docentes no solo recogerían datos y experiencias sobre las estrategias a aplicar, sino además también les facilitaría acrecentar su propio desarrollo profesional proporcionando una consistente retroalimentación para su autoevaluación. Por otra parte, al introducir formas alternativas para evaluar al estudiante, esos resultados podrían llevar a importantes cambios en el currículo.

El trabajo de Barrios-Tao (2016), también tiene el objetivo analizar los aportes de las neurociencias a la educación, poniendo la mira en la influencia que ejerce sobre la educación el contexto sociocultural. En términos metodológicos, el objeto de este estudio está enfocado en el período 2002-2014, analizando bibliografía que estudia la relación entre neurociencias, educación y contexto social. En especial estudia cómo diversos factores como la salud, el ambiente, los hábitos, la plasticidad neuronal, la madurez cerebral y las neuronas espejo interactúan con el entorno sociocultural y a la vez con en la educación. La investigación concluye que las posturas oscilan entre el escepticismo y el triunfalismo. Quienes se muestran escépticos, sostienen la necesidad de mayores resultados directos de la aplicación de la neurociencia a la educación. Los que tienen una postura triunfalista, mientras tanto, infieren y generalizan resultados de cuestiones particulares no traspolables a la enseñanza. Barrios-Tao se pronuncia por la necesidad de un punto medio entre ambas posturas, proponiendo un trabajo conjunto que asuma la complejidad de los procesos educativos y la posibilidad de resolver problemáticas educativas por medio de las neurociencias aplicadas. Es una verdad que la educación incide sobre la biología del cerebro, pero también lo hacen otros factores socioculturales. La escuela, pero también el entorno social y cultural donde

tiene lugar el proceso educativo no son compartimientos estancos: confluyen, y por lo tanto deben contribuir conjuntamente al logro de desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje

La investigación ofrece como conclusión la necesidad de que los docentes planteen estrategias para el acercamiento del estudiante al aprendizaje en contextos amigables y placenteros en los que ambos hemisferios, el racional y el emocional, puedan unirse para la consecución de este proceso. Los autores concluyen que si se aguardan resultados positivos de un cambio de paradigma educativo, no solamente deberán introducirse las TICs como herramienta principal, sino también matizar su uso de acuerdo a los desarrollos que las neurociencias han podido aportar hasta el momento.

Afirma, además, que la neurociencia aplicada sin reflexión ni interacción con la educación no necesariamente resulta en enfoques eficaces del desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es un error pensar que los resultados de la neurociencia educacional pueden introducirse en el aula como técnicas infalibles sin una relación recíproca entre educación y neurociencias. (Barrios Tao, 2016)

Siguiendo con la línea del punto de encuentro entre neurociencia y prácticas educativas, el trabajo de Rodríguez García (s/f), intenta responder a la pregunta de cómo se aprende en la sociedad del conocimiento, partiendo de dos perspectivas: la de la neurociencia cognitiva y la de la concepción pedagógica-tecnológica. En ellas se evalúa la pertinencia y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el contexto de enseñar a aprender y en la construcción del conocimiento.

La investigación plantea que la neurociencia cognitiva puede proveer respuestas que cambien definitivamente paradigmas que se sostenían de manera inamovible. A partir del avance de esta disciplina actualmente se comprende el papel esencial de la guía en la transmisión de información y del uso de la tecnología en la potenciación de la comunicación. En esta investigación se trabajó sobre una muestra transversal de 3800 estudiantes universitarios y su relación con el estilo de aprendizaje, la memoria, la motivación y la creatividad en entornos digitales. Los resultados obtenidos dan cuenta de una correlación positiva entre el diseño de actividades colectivas en la que intervenga la experiencia, con tutorías y guías, y el fortalecimiento de la memoria, así como también el surgimiento de soluciones innovadoras basadas en la co-creación.

Casi en la misma línea que los dos trabajos anteriores, pero con un foco mucho mayor en las tecnologías posibles, la investigación de Falco & Kuz (2016), se propuso analizar los avances de las neurociencias en establecer relaciones entre el aprendizaje y el cerebro, mediado por el uso de las TICs. La investigación ofrece como conclusión la necesidad de que los docentes planteen estrategias para el acercamiento del estudiante al aprendizaje en contextos amigables y placenteros en los que ambos hemisferios, el racional y el emocional, puedan unirse para la consecución de este proceso. Los autores concluyen que si se aguardan resultados positivos de un cambio de paradigma educativo, no solamente deberán introducirse las TICs como herramienta principal, sino también matizar su uso de acuerdo a los desarrollos que las neurociencias han podido aportar hasta el momento. Sin embargo, dicho cambio de paradigma no podrá lograrse si no se prepara a los docentes para ser introducidos en estos nuevos escenarios educativos.

Nuestro trabajo, entonces, entronca con una tradición de estudios científicos que desde hace años vienen interrogándose acerca de la relación y el beneficio que existe entre las neurociencias cognitivas y los modelos pedagógicos que empleamos en las aulas. Como veremos a continuación, estamos ante un momento bisagra en los estudios pedagógicos y didácticos. Ya no se trata solamente de discutir teorías y modelos de enseñanza y aprendizaje sino de intentar integrar la escuela definitivamente en la era de la información y la comunicación (a través del uso de las TICs) con un modelo pedagógico que lo permita y promueva, y con la ayuda inestimable

que los últimos avances en neurociencias tienen para ofrecer al mejoramiento de los procesos.

CAPÍTULO 10

¿POR QUÉ UN MODELO NEURO-TECNO-PEDAGÓGICO?

Esta pregunta con la que encabezamos nuestro último capítulo pretende ser corolario y apertura de respuestas a la que fue nuestra interrogación inicial y troncal a lo largo de todos los capítulos: ¿Cómo aprende el cerebro en la Sociedad de la Información y el Conocimiento?

Como ya se ha explicado anteriormente, la propuesta de este libro es sumarse al cambio y a la transformación del paradigma educativo, no solamente incorporando las nuevas tecnologías gestadas en la Sociedad de la Información y del Conocimiento de forma instrumental, sino promoviendo la inmersión de lleno en la innovación que estas tecnologías están operando con sus potencialidades mediacionales y disruptivas en el mundo y por consiguiente en la educación.

El modelo que presentamos a consideración, creemos, es el que mejor se adapta a los nuevos requerimientos y necesidades de los estudiantes en el siglo XXI. Está concebido de manera integral con todas las partes que constituyen y son necesarias para realizar un acto educativo.

Se entiende “acto educativo” como la instancia en la que confluyen: el docente, el estudiante y su interacción, el ámbito en el que se desarrolla y la relación entre los actores y ese ámbito, los diferentes contextos que rodean al acto, ya sea económicos, políticos, históricos, culturales, espaciales,

temporales, etc., los contenidos y objetivos a enseñar y aprender, los medios elegidos para la transferencia del conocimiento, los mecanismos que intervienen en la recepción de ese conocimiento y los medios de evaluación (Nicoletti, 2016). *"El acto educativo no comprende sólo un proceso de aprendizaje de contenidos, destrezas, valores, normas, actitudes, intereses, sino también la "voluntad manifiesta del profesor de incidir sobre dicho aprendizaje"* (Guajardó Espinoza y Rivera Morales, 2018). Por esta razón es un concepto de suma seriedad, toda vez que, al decir de Sanchez Sierra, Santos y Encinales (2005), el acto educativo es una actividad trascendente que implica nada menos que la humanización de las personas involucradas.

Como ya se ha explicado anteriormente, la propuesta de este libro es sumarse al cambio y a la transformación del paradigma educativo, no solamente incorporando las nuevas tecnologías gestadas en la Sociedad de la Información y del Conocimiento de forma instrumental, sino promoviendo la inmersión de lleno en la innovación que estas tecnologías están operando con sus potencialidades mediacionales y disruptivas en el mundo y por consiguiente en la educación.

No se trata solamente de enseñar antiguas currículas con viejas metodologías pedagógicas más el agregado de tecnologías, o de cambiar las tecnologías antiguas por las nuevas. Se trata de asumir que han variado drásticamente los territorios educativos en el siglo XXI, y ese cambio demanda una verdadera revolución, un giro copernicano que afecte de raíz los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Para lograrlo, no alcanza con desarrollar suficiente experticia en el manejo de TICs. Hay que ser decididos en cambiar la pedagogía, cambiar la metodología y cambiar los contenidos. Es urgente adecuarlos a un mundo que nos desafía por su aceleración y su impredictibilidad, un mundo con entornos y procesos paradójicos, en los cuales la constante es la conectividad. En este nuevo territorio lo digital se expande a recursos y políticas conectivistas mediante nuevas interfaces tecno–humanas, donde los procesos neurotecnológicos se están convirtiendo en nuestra realidad.

Con todo esto, no renegamos de la escuela como espacio de producción de aprendizajes. Dijimos ya que hay un reservorio de sentido en la interacción docente-alumno que las máquinas no han podido sustituir todavía. Pensamos, en cambio, en transformar las paredes de las aulas para

insertarlas en el mundo, permitiendo que los límites del conocimiento se corran permanentemente, cambien, fluctúen, se contradigan, se cuestionen y se vuelvan a levantar una y otra vez.

Nuestro modelo pedagógico intenta crear conciencia de la necesidad de establecer espacios adecuados para que todas las acciones que se desarrollen dentro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje busquen como objetivo principal la prioridad del proceso de comprensión dentro de lo que se conoce como acto educativo, tanto en sus dimensiones físicas como digitales.

Claro está que para ello proponemos el desarrollo de acciones y procesos que promuevan la transmisión de datos, información, experiencias y conocimiento a través de un acto educativo cuyo andamiaje sean las dinámicas comunicativas tendientes a hacer visible el pensamiento y la comprensión de los aprendizajes de nuestros estudiantes.

Asimismo, planteamos como indispensable el desarrollo de actividades que desafíen la participación, donde se aseguren procesos de interacción e interactividad, en las cuales se configure el aprendizaje colaborativo bajo pautas socioconstructivistas, ya que en la sociedad en la cual nos hallamos comienzan a imperar lógicas de enseñanza y aprendizaje entre pares y se fomenta la co-construcción de los saberes para el logro de objetivos individuales y comunes.

En efecto, se busca un aprendizaje basado prioritariamente en el factor pedagógico de la comprensión, con sentido, contextualizada y significativa en el sentido aportado por Ausubel (1983). Puesto que el aprendizaje depende de la estructura cognitiva, de los esquemas de conocimiento y de las redes de conexión sináptica que haya establecido el que aprende, es indispensable que el docente sepa cuál es esa estructura cognitiva, además de saber cuánta y cuál es la información que maneja el alumno. Es decir: no solo cuenta la cantidad y calidad de la información, sino de qué forma el estudiante interactúa con ella, la organiza, la piensa, la debate, la relaciona con el mundo y la estructura de modo significante. Porque nunca el aprendizaje comienza “de cero”, y nunca estamos frente a una *tabula rasa*. Un aprendizaje significativo será aquel que se centra en relaciones significativas con lo que el estudiante ya sabe, para dotarlo de nuevo sentido, para reestructurarlo, para contradecirlo, para reafirmarlo, en fin,

para que adquiera un conocimiento que tenga relación con su mundo conocido y por conocer. Lo contrario sería el almacenamiento arbitrario y desorganizado de conocimientos inconexos: algo así como un depósito, un desván donde uno guarda “cosas” que nunca usará y que tampoco sabe cómo y para qué se usan y si sirven para la vida de alguna forma.

Los objetivos de aprendizaje en este modelo, como en todos los aprendizajes, deberán estar anclados en el contexto, justamente, para que se pueda lograr un aprendizaje significativo. Si el alumno no puede relacionar el aprendizaje con su propio entorno, el mismo perderá su relevancia. Como vemos, en todo el proceso de enseñanza el polo más importante de la comunicación será el estudiante: su contexto, su estructura cognitiva, sus consumos culturales, sus intereses, sus necesidades. Incluso la currícula deberá estar subordinada a él.

El objetivo último de todo el modelo pedagógico propuesto es habilitar una educación basada en la comprensión y para ello entendemos que se debe enseñar a pensar y enseñar a hacer, y no solo enseñar contenidos. Creemos que es más significativo enseñar a pensar sobre los contenidos que enseñar los contenidos mismos. En todo caso, enseñar a pensar a través de los contenidos. Y este es, por cierto, un gran desafío. Porque el que piensa está habilitado para dudar, para contradecir, para cuestionar, para disentir, para opinar. Y el docente que enseña a pensar debe estar preparado para este *feed back*. Su rol centralista y vertical ya no tiene cabida en un territorio educativo en el cual el cúmulo de información y de saber circula libremente por la Red y está al alcance de los alumnos sin restricción, aun con prescindencia de los docentes. Quien puede pensar sobre *algo* tendrá a la mano todas las herramientas para saber ese *algo*. Los contenidos siempre serán subalternos a la posibilidad de pensar sobre ellos críticamente.

No se trata solamente de enseñar antiguas currículas con viejas metodologías pedagógicas más el agregado de tecnologías, o de cambiar las tecnologías antiguas por las nuevas. Se trata de asumir que han variado drásticamente los territorios educativos en el

siglo XXI, y ese cambio demanda una verdadera revolución, un giro copernicano que afecte de raíz los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Además de enseñar a pensar, sabemos que se aprende haciendo. Si bien ya sabemos que es más fácil aplicar esta máxima a las ciencias duras, y más difícil aplicarla a las ciencias sociales y humanas, aquí diremos que si la propuesta es enseñar a pensar, el método será enseñar a pensar, pensando, que sería el equivalente a aprender haciendo, experimentando.

En este enfoque se trasciende la simple transmisión de contenidos, puesto que se coloca en un lugar de relevancia al que aprende, y se propicia el aprendizaje colaborativo y participativo. Por lo tanto, la transmisión se ve matizada esencialmente por la comunicación e interacción, pero también por la participación y colaboración.

¿Por qué, entonces, llamamos a este modelo Tecno-pedagógico? Porque la inclusión de las TICs no se da como un aditamento o un adorno a la vieja pedagogía, sino que la aparición de tecnologías tiene un efecto potenciador, disruptivo, y discontinuador de viejos modelos educativos, los cuales ya perdieron su relevancia y prestancia para este siglo.

Ahora bien, llamamos a nuestro modelo *Neuro-tecno-pedagógico*, puesto que como ya hemos dicho anticipadamente, las neurociencias y específicamente la neuroeducación también tienen algo muy importante que aportar a la educación en general y en especial a la educación dentro de los entornos virtuales.

Para la neuroeducación, el aprendizaje está relacionado con cambios que ocurren a nivel neuronal, cognitivo y conductual, a consecuencia de la experiencia, los que van permitiendo la adaptación al entorno (Aguilar Mendoza et al, 2017). El aprendizaje ya no es simplemente un productor de cambios de conducta, sino que es un favorecedor de cambios a nivel neuronal y a nivel de sinapsis cerebral. El aprendizaje proporciona nuevas rutas de asociaciones neuronales, nuevas posibilidades que provocarán múltiples adaptaciones ulteriores a situaciones y medios diferentes. En efecto, el aprendizaje, sabe ahora la neuroeducación, puede provocar cambios moleculares, neuronales y de organización de las sinapsis, a través

de diferentes medios de acceso: senso-perceptivo, emocional, moral/reflexivo, físico, social y cognitivo. También se puede aprender a través de diferentes rutas: por emoción, por imitación, por la búsqueda de sentido y significado, por la novedad y el desafío, por la necesidad de organización interna o de patrones.

La neuroeducación, entonces, echa mano de las neurociencias, de la psicología y de la pedagogía. Conocer de qué forma se produce el proceso de aprendizaje arroja mucha luz sobre de qué forma se puede mejorar y optimizar ese proceso.

El objetivo último de todo el modelo pedagógico propuesto es habilitar una educación basada en la comprensión y para ello entendemos que se debe enseñar a pensar y enseñar a hacer, y no solo enseñar contenidos. Creemos que es más significativo enseñar a pensar sobre los contenidos que enseñar los contenidos mismos. En todo caso, enseñar a pensar a través de los contenidos. Y este es, por cierto, un gran desafío. Porque el que piensa está habilitado para dudar, para contradecir, para cuestionar, para disentir, para opinar. Y el docente que enseña a pensar debe estar preparado para este feed back.

Por último, y sin querer ser reduccionistas, entendemos que en la educación es importante tener en cuenta algunas cuestiones que permiten configurar el cambio que tanto se necesita y que este modelo intenta presentar. Siguiendo a Perkins (1992), nuestro modelo pedagógico busca la transformación de la educación pasando del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Por ello establecimos la centralidad de indicadores cognitivos basados en un accionar pedagógico que tienda a la comprensión por medio del uso del pensamiento crítico, del pensamiento

sistémico, del pensamiento configuracional y del pensamiento conectivo, accionar en el que los estudiantes se involucren mediante el saber-saber, el saber-hacer y saber-ser.

A continuación ofrecemos una guía esquemática de los elementos constitutivos del modelo pedagógico que estamos proponiendo:

1. Dimensiones que componen al Modelo Pedagógico (Neuro-Tecno-Pedagógico-Cognitivo-Digital-Social)

El modelo pretende poner a dialogar y a interactuar no solamente lo pedagógico y lo cognitivo, típico de un modelo tradicional, es decir, las acciones que se despliegan para producir los procesos de enseñanza y aprendizaje y la respuesta cognitiva que esas acciones tienen como contrapartida o espejo. En este nuevo modelo entran a jugar nuevos factores: el aporte de las neurociencias y la neuroeducación, lo que implica la posibilidad de ajustar lo pedagógico de manera asertiva para lograr la mejor respuesta cognitiva; el uso de toda la gama de nuevas herramientas tecnológicas (TICs) que la era de la comunicación y la información pone a disposición, aunque no cualquier uso, sino uno que este permeado por la didáctica, por la pedagogía, por la neuroeducación y por la psicología cognitiva; la consciencia (y el trabajo en esa consciencia) de que habitamos nuevos territorios digitales en un mundo globalizado, lo que conlleva a extender el locus de aprendizaje más allá de las cuatro paredes del aula tradicional; y por último, aunque no menos importante, el desarrollo de nuestros actos educativos sabiéndonos parte de un entramado social, de un *habitus*, junto con nuestros alumnos. En este sentido, la importancia radicará en la direccionalidad de nuestra enseñanza de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, por un lado, y por otro, dirigir la enseñanza hacia las necesidades y exigencias que esa sociedad va a requerir de nuestros alumnos.

2. Estudiantes:

Planificar y establecer un accionar docente que coloque al estudiante en el centro de la actividad formativa, a fin de lograr la comprensión de los aprendizajes. Todas las demás dimensiones, incluso las del cómo enseñar estarán subordinadas al eje principal del acto educativo, es decir, a su destinatario.

3. Desarrollo de Competencias en la centralidad del estudiante:

Las competencias o destrezas que el estudiante podrá adquirir por medio de este modelo se basan específicamente en Saber-Saber, Saber-Pensar, Saber-Hacer y Saber-Ser. Como se observa, la propuesta es mucho más ambiciosa que una tendiente solamente a modificar comportamientos o una centrada en adquirir conocimientos: no es solamente saber, sino aprender a saber, no es solamente pensar, sino aprender a pensar, no es solamente hacer, sino aprender a hacer, e incluso, aprender a ser. Y este aprendizaje se plantea como continuo, porque no tiene la pretensión de ser definitivo, sino que se reconoce provisorio, adaptable permanentemente a nuevas realidades.

4. Acciones de la centralidad basada en la comprensión de los estudiantes:

Cuando hablamos de generar comprensión y fomentar la comprensión, a lo que nos referimos es a estimular el pensamiento crítico, el pensamiento sistémico, el pensamiento configuracional y el pensamiento conectivo. Es decir, abrir la posibilidad de poner en cuestión, dudar, e incluso negar o refutar los conocimientos y las certezas heredadas, para construir el propio pensamiento en base a argumentos lógicos adecuados. Además, promover la inserción del pensamiento en sistemas y redes de pensamientos más amplios, que excedan los propios pero que incluso excedan aquellos de los tópicos sobre los que se está reflexionando o aprendiendo. Esto quiere decir, abrir la puerta a la relacionalidad. Asimismo, iniciar un proceso cognitivo complejo y holístico que se abra a la diversidad y configure posibilidades de adaptación al medio, a situaciones problemáticas nuevas, a cambios y a disrupciones por medio del andamiaje provisto por el pasado, el presente y el futuro.

¿Por qué, entonces, llamamos a este modelo Tecno-pedagógico? Porque la inclusión de las TIC no se da como un aditamento o un adorno a la vieja pedagogía, sino que la aparición de tecnologías tiene

un efecto potenciador, disruptivo, y discontinuador de viejos modelos educativos, los cuales ya perdieron su relevancia y prestancia para este siglo. Ahora bien, llamamos a nuestro modelo Neuro-tecno-pedagógico, puesto que como ya hemos dicho anticipadamente, las neurociencias y específicamente la neuroeducación también tienen algo muy importante que aportar a la educación en general y en especial a la educación dentro de los entornos virtuales.

5. Nuevo rol de los profesores:

Los docentes en este modelo son constructores de ambientes de aprendizaje, facilitadores y potenciadores de procesos que enseñan a pensar para lograr la comprensión, mediadores didácticos digitales generacionales que operan con sentido pedagógico los nuevos territorios educativos.

6. Procesos didácticos a desarrollar en los aprendizajes:

En base al corrimiento del rol docente, su tarea no es exclusivamente la transmisión, sino también la comunicación, el fomento de la participación, la interacción, la interactividad, la colaboración y el conectivismo, y por supuesto la tarea de evaluación en todos sus sentidos, y no solamente como acreditación de saberes alcanzados.

7. Contenidos:

Ya no ocupan el lugar central ni único, sino que son considerados como un complemento didáctico y pedagógico para andamiar procesos de comprensión y construcción de conocimientos, tanto en sus dimensiones físicas como digitales.

8. El modelo pedagógico se centra en:

La innovación, las narrativas pedagógicas, el aprendizaje activo, y las potencialidades pedagógicas en el uso de las mediaciones tecnológicas para lograr procesos de enseñanza y de aprendizajes disruptivos, vehiculizados más en un modo pregunta, que en el modo respuesta y en desarrollo de una complejidad creciente. Asimismo, al momento de decidir la implementación de las Nuevas Tecnologías con fines educativos, estas deben someterse a los condicionantes pedagógicos de su utilización, es decir las Nuevas Tecnologías se aplicarán bajo el sentido de oportunidad, pertinencia y relevancia.

• **Oportunidad**: ¿Es el momento óptimo para aplicar la herramienta digital?

• **Pertinencia**: La herramienta digital seleccionada, ¿es la más propicia para potenciar los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

• **Relevancia**: Los resultados obtenidos, ¿reflejan su correcta selección y la justificación de su utilización?

9. Espacios comunicativos, gestión y desarrollo de la comunicación.

El presente modelo busca la creación de espacios de diálogo, tanto en sus dimensiones físicas, como digitales, donde se haga visible la comprensión de los aprendizajes por parte de los estudiantes. En ellos se intentará propiciar las siguientes acciones: debates, investigación, consultas, negociación de significados, desarrollo de actividades y presentación de contenidos, entre otros.
Estos espacios de diálogo se podrán configurar para que generen distintas interacciones pedagógicas como: promover intercambios de opiniones, ofrecer controversias, construir consensos, generar análisis y reflexiones y dar lugar a la construcción conjunta de conocimientos.

10. Desarrollo de Actividades

Las actividades en el presente modelo, constituyen uno de los pilares centrales del proceso de enseñanza y de aprendizaje, junto con la centralidad de los estudiantes.Por ello, la propuesta de actividades debe privilegiar que las mismas siempre presenten sentido, significancia,

contexto, y estén ajustadas dentro de los límites alcanzables por el desarrollo cognitivo de los estudiantes, es decir con un planteo que desafíe, pero que no frustre.

Entre las configuraciones de actividades se pueden utilizar como: actividades de investigación, actividades de indagación, actividades para la comprensión, actividades colaborativas, actividades de aprendizaje inmersivo, actividades comunicativas, actividades de interacción e interactividad. Las mismas se expresan y son consideradas como Intervenciones Educativas en Línea (IEL), entendiendo a las IEL como los procesos que componen al acto educativo en escenario de virtualidad, los cuales se configuran como dispositivos tecno-pedagógicos y dispositivos tecno-evaluativos.

¿Por qué, entonces, llamamos a este modelo Tecno-pedagógico? Porque la inclusión de las TIC no se da como un aditamento o un adorno a la vieja pedagogía, sino que la aparición de tecnologías tiene un efecto potenciador, disruptivo, y discontinuador de viejos modelos educativos, los cuales ya perdieron su relevancia y prestancia para este siglo. Ahora bien, llamamos a nuestro modelo Neuro-tecno-pedagógico, puesto que como ya hemos dicho anticipadamente, las neurociencias y específicamente la neuroeducación también tienen algo muy importante que aportar a la educación en general y en especial a la educación dentro de los entornos virtuales.

11. Modelo Evaluativo

Este modelo pedagógico incluye como vías de evaluación: el desarrollo por evidencias de la comprensión de los aprendizajes y el desarrollo de las competencias propuestas en este modelo. Asimismo, otras herramientas como el desarrollo de porfolios digitales, la evaluación por mediación de simuladores y la creación de rutas personales de aprendizaje.

Por último, recordemos algunas cuestiones a tener en cuenta al aplicar este modelo pedagógico en nuestras prácticas docentes:

• El docente deja de ser un simple proveedor de información.

•También deja de ser un reproductor de acciones para la resolución de tareas y actividades mecánicas y repetitivas.

•El docente debe transformar su experticia en preguntas y no tanto en respuestas.

•Debe ser capaz de identificar y desarrollar los tipos de pensamientos.

•Necesita traccionar los indicadores cognitivos a través de su práctica educativa.

•Y fundamentalmente, ser capaz de crear escenarios que promueven el enseñar a pensar

EL CEREBRO Y LOS DISPOSITIVOS NEURO-TECNO-PEDAGÓGICOS (CLAVES EDUCATIVAS)

A continuación, ofrecemos algunas pistas a tener en cuenta a la hora de poner en marcha este modelo pedagógico que ofrecemos como alternativa al tradicional:

• Nuestro cerebro está diseñado para detectar patrones y hacer interpretaciones.

• No tiene mucho sentido hablar de pensamiento separándolo del contexto y del propósito.

• Diseñar nuestros contenidos para un aprendizaje basado en la comprensión, y no para la retención del conocimiento.

• El pensamiento y la atención están íntimamente conectados con el contenido que seduce, desafía, provoca y recompensa.

• En su mayoría los docentes se enfocan en que los estudiantes completen sus trabajos y tareas, cuando lo principal es el desarrollo de la comprensión.

• La retención de información por medio de repetición de rutinas es entrenamiento y no aprendizaje.

Ya que el presente modelo establece y determina que el aprendizaje solo sucede si hay comprensión, se debe prestar atención a algunos indicadores de procesos cognitivos a utilizar para favorecer esta comprensión al operarlos mediante la resolución de actividades. Estos procesos implican:

CONOCER	APLICAR	ANALIZAR	SINTETIZAR
EVALUAR	CREAR	RECORDAR	COMPARAR
VALORAR	DECIDIR	DIFERENCIAR	RECONOCER
DESCUBRIR	INTERPRETAR	CRITICAR	DISTINGUIR
CLASIFICAR	SELECCIONAR	DESCUBRIR	ARGUMENTAR
EXPLICAR	PARTICIPAR	COLABORAR	CONSTRUIR

Siguiendo a Ritchhart, Church y Morrison (2014), podríamos aplicar a nuestro modelo determinadas actividades de la mente que crean oportunidades para pensar como, por ejemplo:

• Observar y describir lo observado

• Explicar e interpretar

• Razonar a través de las evidencias

• Realizar conexiones entre diversos elementos

- Considerar los distintos puntos de vista
- Discriminar lo esencial de lo accesorio
- Formular conclusiones
- Interrogarse y ser capaz de interrogar
- Distinguir entre argumentos y prejuicios

Por todo lo expuesto podríamos resumir que entre las acciones resultantes que se esperan de aplicar este modelo pedagógico, se encuentra que los estudiantes, además de operar indicadores cognitivos, puedan aplicar tipos de pensamientos diversos, desarrollen competencias, sean capaces de resolver problemas, tomar decisiones y emitir juicios basados en el conocimiento.

Asimismo, la implementación del presente modelo neuro - tecno - pedagógico del que nos ocupamos en este libro, logra un mayor dinamismo en su puesta en marcha, cuando a este se integran distintos disparadores cognitivos que permiten un encuadre flexible de prácticas tanto de enseñanza como de aprendizaje.

Disparadores cognitivos para el desarrollo de Intervenciones Educativas en Línea			
¿QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿PARA QUÉ?	¿CUÁLES?
¿DÓNDE?	¿CUÁNTO?	¿CÓMO?	¿CON QUÉ?
¿DE QUÉ FORMA?	¿QUIÉN/ES?	¿EN QUE MEDIDA?	OTROS

El que acabamos de proponer es un modelo a considerar entre tantos. En él se busca poner a dialogar la neurociencia cognitiva, la educación y las TICs a fin de responder a nuestra pregunta madre, aquella que planteamos al principio de este libro y que esperamos haber contestado, la cual se planteaba cómo aprende el cerebro que aprende en la sociedad de la información y la comunicación.

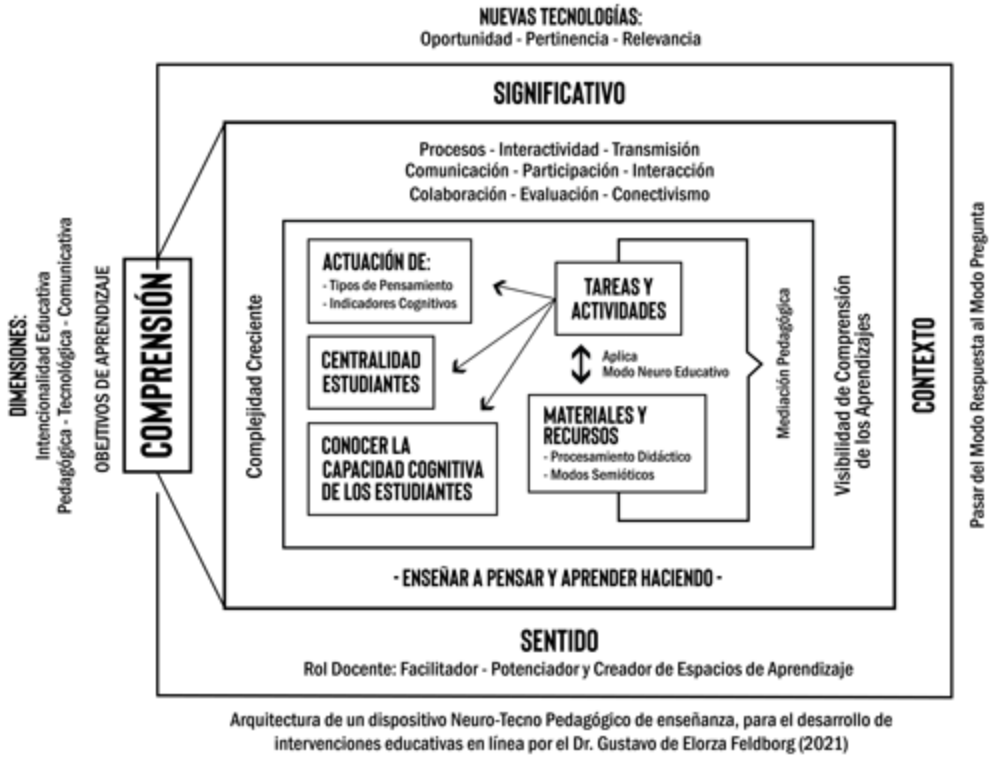

Figura 2. Modelo neuro-tecno-pedagógico

A MODO DE EPÍLOGO
LA EDUCACIÓN Y EL GRAN DESNUDO DE LA BRECHA TECNOPEDAGÓGICA

Para la educación, el 2020 se convirtió en uno de los escenarios más difíciles de sobrellevar en todo lo que refiere al desarrollo de las prácticas educativas.

Los escenarios que se presentaron bajo el efecto de la pandemia encontraron y pusieron de manifiesto que el sistema educativo, en su gran mayoría, no estaba preparado para migrar de forma inmediata todo el quehacer educativo hacia la virtualidad: tanto en lo que se refiere al desarrollo de procesos comunicativos, pedagógicos y —por supuesto— mucho menos los referidos al uso de las nuevas tecnologías con sentido educativo en ambientes de virtualidad.

De lo anterior se podría suponer que dicha situación es entendible y para muchos hasta podría tener una explicación. Pero no debemos olvidarnos que en el 2009 tuvimos un anticipo de estos escenarios cuando todo el sistema educativo quedó aislado y sin concurrencia por parte de todos sus actores sociales dentro de la educación presencial.

Ahora bien, ¿qué sucedió que no aprendimos de aquella experiencia? Tal vez se pensó que esa situación solo se daría por única vez, y esto es quizás una ingenuidad por parte de los que planifican y llevan adelante las políticas educativas, no prever la posibilidad de reiteración de tales escenarios. O tal vez estamos frente a la realidad de un gran desconocimiento por el cual la educación de los últimos veinte años es rehén de inexpertos que en muchos casos sufren de miopía en la suposición de que cosas así nunca volverían a suceder.

La realidad de este 2020 nos permitió darnos cuenta de la enorme falencia que sufre el sistema educativo como resultado de los últimos setenta años, consecuencia de un trabajo sostenido de abandono, desinterés y desconocimiento.

Sus efectos más inmediatos han quedado al desnudo en este ciclo lectivo. Entre ellos, por mencionar solo algunos, encontramos carencia de equipamiento tecnológico en las instituciones educativas y falta de capacitación de los docentes en cuanto a sus prácticas didácticas, no solo en la virtualidad, escenario de vital importancia para este año que ya finaliza, sino además en escenarios de presencialidad. En la presencialidad, justamente, también arrastrábamos problemas de contenidos, pobres diseños de actividades e importantes limitaciones de factores comunicativos, que, por el contrario, cuando son bien utilizados empoderan los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Por otro lado, distintos estudios realizados durante el proceso de pandemia sobre ese gran desalojo que sufrió la educación presencial, han brindado mucha información y datos que esperemos se puedan capitalizar, y que todo este proceso que costó mucho sacrificio y esfuerzo, en especial para los docentes, no sea nuevamente devorado por misteriosas amnesias que se cristalizan en olvidos políticos, económicos y sociales.

Dentro de estos estudios se vislumbran distintas acciones y formas de operar la gestión de una educación que no encuentra su norte para mantener el vínculo y la continuidad pedagógica. Las marchas y contramarchas en las formas de gestión, las clases en la virtualidad, la comunicación con estudiantes y familias puede resumirse en la frase de un directivo, dentro de estos estudios que mencionamos, con la que indicó a sus docentes el siguiente lineamiento: “Hagan todo lo que puedan y con lo que sea”.

Cabe aclarar que existen criterios estudiados, practicados y evaluados con resultados muy satisfactorios marcados por la tecnología educativa y la educación en línea, en especial en lo referido a las prácticas docentes en escenarios de virtualidad. Entre ellos, podemos mencionar que es imprescindible que en territorios con presencia digital se pueda establecer, mantener y gestionar el vínculo con los estudiantes, ya que si esto no sucede o se interrumpe dicho vínculo cae inmediatamente la continuidad pedagógica.

Por lo tanto, es muy importante analizar y comprender a partir de ahora, una de las brechas que no se han mencionado hasta el momento y que denominaré como brecha tecnopedagógica, entendiendo a la misma como la distancia que separa las prácticas pedagógicas correctas en la virtualidad, de

los procesos que los docentes desarrollan en lo presencial y que intentan forzar dentro de lo digital, cuando su labor se desarrolla mediante la educación en línea. Es decir, al implementar procesos de enseñanza y de aprendizaje en lo digital, las nuevas tecnologías deben ser analizadas desde las perspectivas de la oportunidad, pertinencia y relevancia antes de decidir su utilización.

Por otro lado, es casi imposible pedir a los docentes que se desempeñen con efectividad en superar esta brecha tecnopedagógica, cuando los procesos de capacitación no se desarrollan en favor de una apropiación de carácter instrumental primero, para luego profundizar en las distintas decisiones tecnopedagógicas hacia su implementación. Superadas estas dos instancias previas podremos comenzar a pensar en procesos de calidad educativa.

En lo referido a la incorporación de las nuevas tecnologías y en especial cuando el fin es educar, debemos recordar los tres procesos universales del cerebro y cómo este aprende. Es decir, en primer lugar, el cerebro debe conocer (sentir), para que en segundo lugar pueda comprender (pensar) y así en tercer lugar pueda decidir (actuar). De esta forma y con estos principios en mente, bien podremos establecer pautas de aprendizaje para la incorporación de las nuevas tecnologías por parte de los equipos docentes y directivos, sin que estos experimenten frustración en el intento.

Por último, y no por ello menos importante, nos encontramos con el proceso de comunicación. Se pudo observar en las investigaciones mencionadas un rasgo muy visible dentro del intento de educar mediante la virtualidad, es decir, se encontraron prácticas educativas comunicacionales, en las que una baja cantidad de docentes mantuvieron un tipo correcto de comunicación multidireccional que incluyó comunicaciones mediante distintos artefactos digitales.

También se pudo relevar una gran mayoría de prácticas comunicacionales unidireccionales que solo cumplieron el simple carácter de informar a los estudiantes sobre qué cuestiones debían resolver mediante el uso de la tecnología, anulando de esta forma la creación de espacios de diálogo y procesos de interacción e interactividad, creando así dificultades en el desarrollo de los procesos de enseñar y de aprender.

Es evidente que para muchos la conducción y el desarrollo de políticas y lineamientos educativos funcionan como una suerte de “piloto automático”, considerando como una obviedad que la planificación de la educación puede darse por sí sola, sin el requerimiento de análisis e intervenciones reales y presentes con una prospectiva para su mejora.

Para concluir, debe ser remarcado que es necesario capitalizar desde la educación toda la experiencia, el esfuerzo, el compromiso y el tiempo que insumió transitar y sobrellevar este desalojo de la presencialidad. Asimismo, no desatendiendo ningún aprendizaje construido y mucho menos presuponiendo y asumiendo como obvios posibles escenarios de un futuro cercano. Haremos bien en prestar atención a lo que Max Weber nos recomienda al manifestar que debemos tener cuidado ya que “lo obvio es lo que menos se piensa”. Y en este contexto, pensar y analizar es una ética de mínimos que se exige para estar medianamente preparados ante nuevas contingencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Mendoza, L. et al (2017) Neurociencia del sueño: rol en los procesos de aprendizaje y calidad de vida. *Apunt. Cienc. Soc*. 2017; 07 (02)

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C., Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, *23*(3), 417-426.

Albarracín Lizcano, C. Programa para estudiar el desarrollo de la función ejecutiva en el aula de clase con estudiantes del grado primero. Tesis publicada. Universidad del Rosario

Ameneyro, H. M. A. M., Pulido, M. S., Hernández, M. D. J. P., Sánchez, A. S., &Acoltzi, E. (2016). Software e-learning de Dinámica basado en la Neurodidáctica para estudiantes de Ingeniería del Tecnológico Nacional de México. *Lat. Am. J. Phys. Educ*. Vol, 10(4)

Ameneyro, H et. Al (s/f). Emoción y cognición durante el aprendizaje del cálculo integral. Ponencia del 1° Congreso internacional de transformación Educativa. Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala.

Ardila, A. A., & Solís, F. O. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, *8*(1), 1-21.

Arteaga Díaz, G, Pimienta Giménez, H. (2006) Memoria operativa y circuitos corticales. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb*. 2006; 54: 248-268.

Baddeley, A. D. (1983). Working memory. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, *302*(1110), 311-324.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.

Bailey, S. (2010). *Cognitive Style and Perceptual Difference in Browning's Poetry*. Routledge.

Barrios-Tao, H. (2016) Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Educación y Educadores*, vol. 19, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016, pp. 395-415. Universidad de La Sabana Cundinamarca, Colombia. Disponible: http://www.redalyc.org/pdf/834/83448566005.pdf

Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Rev. Universitaria de Formación del Profesorado*. N° 54, 2005. P. 95-114

Bull, R., &Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmentalneuropsychology*, *19*(3), 273-293.

Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitives ciences*, *4*(6), 215-222.

Calzadilla, M. E. (2002). Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de educación*, 29(1), 1-10.

Castillo Levis, P (2008). Cerebro: un órgano versátil. *El espectador*. 2 de abril de 2008.

Chacón, F. (1997). El nuevo paradigma teleinformático y la universidad Latinoamericana. Recuperado de www.docplayer.es

Colby, C. L. (1998). Action-oriented spatial reference frames in cortex. *Neuron*, *20*(1), 15-24.

Cole, M., & Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human development*, 39(5), 250-256.

Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. Basic Books.

Curcio, G., Ferrara, M., & De Gennaro, L. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep medicine reviews*, *10*(5), 323-337.

Damasio, A. R. (1994). *El error de Descartes: la razón de las emociones*. Buenos Aires: Andrés Bello.

Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., &Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, *264*(5162), 1102-1105.

Dehaene, S. (1999) Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284, 970–974

Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, G., & Cohen, L. (1998). Abstract representations of numbers in the animal and human brain. *Trends in neurosciences*, *21*(8), 355-361.

Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. J. (2004). Arithmetic and the brain. Current opinion in neurobiology, 14(2), 218-224.

de Elorza Feldborg, G. (2016). *Revolución del aprendizaje en tiempos de lo digital – Nuevos territorios educativos Siglo XXI*. La Plata: Universitaria de La Plata.

Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., &Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in psychology*, *3*, 429.

Delgado, L. C., Congote, C., Richard, S., Sierra, S., & Vélez, C. (2012). Aportes desde la teoría de la mente y de la función ejecutiva a la comprensión de los trastornos del espectro autista. *Revista CES Psicología*, *5*(1), 77-90.

Díaz, S. (2009). Persona, mente, memoria. *Salud mental* Vol. 32 N°6. México. Nov/Dic. 2009

Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311-312.

Dussel, I., & Finocchio, S. (2003). *Enseñar hoy: Una introducción a la educación en tiempos de crisis*. México: Fondo de Cultura Económica.

Dzib-Goodin, A. (2013). La arquitectura cerebral como responsable del proceso de aprendizaje. Revista mexicana de neurociencia, 14(2), 81-85.

Edel Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), pp. 23-28.

Elias, M. J. (2014). *Educar con inteligencia emocional: Cómo conseguir que nuestros hijos hijos sean sociables, felices y responsables*. Disponible en: http//ciec.edu.co/wp-content/uploads/2018/10/Educar-con-inteligencia-emocional.pdf

Erk, S. (2003) Emotional context modulates subsequent memory effect. *Neuroimage*18, 439–447

Estévez-González, A., García-Sánchez, C., &Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revista de neurología*, *25*(148), 1989-1997.

Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de neurología*, *40*(1), 79-83.

Evers, K., &Sigman, M. (2013). Possibilities and limits of mind-reading: a neurophilosophical perspective. *Consciousness and cognition*, *22*(3), 887-897.

Extremera, N., & Fernández-Berrocal, P. (2003). La inteligencia emocional en el contexto educativo: hallazgos científicos de sus efectos en el aula. *Revista de educación*, *332*(2003), 97-116.

Falco, M. Y Kuz, A. (2016) Comprendiendo el Aprendizaje a través de las Neurociencias, con el entrelazado de las TICs en Educación. Publicación online *Sedici. Repositorio Institucional de la UNLP.* Pp. 43-51. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/54200/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

Fiebig, F., Herman, P., &Lansner, A. (2018). Fast Hebbian Plasticity explains Working Memory and Neural Binding. bioRxiv, 334821.

Fletcher, P. C., Frith, C. D., Grasby, P. M., Friston, K. J., & Dolan, R. J. (1996). Local and distributed effects of apomorphine on fronto-temporal function in acute unmedicated schizophrenia. *Journal of Neuroscience*, *16*(21), 7055-7062.

Forgeard, M., Schlaug, G., Norton, A., Rosam, C., Iyengar, U., & Winner, E. (2008). The relation between music and phonological processing in normal-reading children and children with dyslexia. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *25* (4), 383-390.

García-Barrera, A. (2015). Importancia de la competencia argumentativa en el ámbito educativo: una propuesta para su enseñanza a través del role playing online. *Revista de Educación a Distancia*, (45), pp. 17-23

Gardenfors, P., & Johansson, P. (Eds.). (2014). *Cognition, education, and communication technology*. London: Routledge.

Garzón, A. D. E. L. A., &Seoane, J. U. L. I. O. (1982). La memoria del procesamiento de información. *Psicología cognitiva y procesamiento de la información"*. Madrid: Ed. Pirámide.

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of experimental child psychology*, *93*(3), 265-281.

Gilestro, G. F., Tononi, G., & Cirelli, C. (2009). Widespread changes in synaptic markers as a function of sleep and wakefulness in Drosophila. *Science*, *324*(5923), 109-112.

Goleman, D. (1996). La inteligencia emocional, porque es más importante que el cociente intelectual. Buenos Aires: Vergara.

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature reviews neuroscience*, *7*(5), 406.

Goswami, U. (2015). Neurociencia y Educación: ¿podemos ir de la investigación básica a su aplicación? Un posible marco de referencia desde la investigación en dislexia. *Psicología Educativa*, 21(2), 97-105.

Guajardo Espinoza, J, Rivera Morales, M. (2018). El acto educativo y los retos en la acción de enseñar. México: Porrúa

Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in cognitive sciences*, *5*(9), 394-400.

Hsueh-Chao, M. H., & Nation, P. (2000). Unknown vocabulary density and reading comprehension. *Reading in a foreign language*, *13*(1), 403-30.

Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., &Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience*, *29*(10), 3019-3025.

Isen, A. M. (2004). *Positive affect facilitates thinking and problem solving. In Feelings and emotions: The Amsterdam symposium*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jolles, D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: a neurocognitive perspective. *Frontiers in human neuroscience*, *6*, 76.

Kalat, J. W. (2004). The biology of learning and memory. *Biological Psychology*, 5 (1). Pp 202-214.

Kincheloe, J. L. (2001). *Getting beyond the facts: Teaching social studies/social sciences in the twenty-first century*. London: Peter Lang Publishing.

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1998). Brain plasticity and behavior. *Annual review of psychology*, *49*(1), 43-64.

Kraus, N., &Banai, K. (2007). Auditory-processing malleability: Focus on language and music. *Current Directions in Psychological Science*, *16*(2), 105-110.

Lázaro, J. C. F., & Solís, F. O. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, *8*(1), 47-58.

Levine, L. J., & Pizarro, D. A. (2004). Emotion and memory research: A grumpy overview. *Social cognition*, 22(5: Special issue), 530-554.

Liebertz, C. (2005). A Healthy Laugh. *Scientific Amer Mind*, 16(3), 90-91.

Lipina, S. J. (2016). Introducción: Actualizaciones en neurociencia educacional. *Propuesta Educativa*, 13(46), 77-84.

Luna, B., Thulborn, K. R., Muñoz, D. P., Merriam, E. P., Garver, K. E., Minshew, N. J., & Sweeney, J. A. (2001). Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *Neuroimage*, 13(5), 786-793.

Manzanero, A. (2006). Procesos automáticos y controlados de memoria. *Revista de Psicología general y aplicada*. 2006, 59, 3. 373-412

Martín-Loeches, M. (2015). Neuroscience and education: We already reached the tipping point. *Psicología Educativa*, 21(2), 67-70.

Mas Colombo, E. et al (2003). Función ejecutiva y conductas impulsivas. *Interpsiquis*. Congreso Virtual de Psiquiatría.

Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. *Rev Neurol*, *40*(5), 289-297.

Morgado, I. (2005). The psychobiology of learning and memory: fundamentals and recent advances. Revista de neurologia, 40(5), 289-297.

Morgado Bernal, I. (2012). Claves neurocientíficas de la enseñanza y el aprendizaje. *Participación educativa*. Vol. 1. 2012

Narbona, J., & Crespo-Eguilaz, N. (2005). Trastornos de memoria y de atención en disfunciones cerebrales del estudiante.

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). Springer, Boston, MA.

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in cognitive sciences*, *9*(5), 242-249.

Ortiz, A (2009) *Currículo y Evaluación. Fundamentación científica de la línea de investigación del Doctorado en Ciencias de la Educación*. Universidad del Magdalena. Santa Marta. Colombia

Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: Why do they exist and persist?. *Mind, Brain, and Education*, *6*(2), 89-96.

Paulsen, M. B., & Feldman, K. A. (1995). *Taking Teaching Seriously: Meeting the Challenge of Instructional Improvement. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2, 1995*. ERIC Clearinghouse on Higher Education, One Dupont Circle, NW, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.

Penfield, W., &Milner, B. (1958). Memory deficit produced by bilateral lesions in the hippocampal zone. *AMA Archives ofNeurology&Psychiatry*, *79*(5), 475-497.

Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2005). Influencing brain networks: implications for education. *Trends in cognitive sciences*, 9(3), 99-103.

Rittle-Johnson, B. (2001) Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: an iterative process. *J.Educ. Psychol*. 93, 346–362

Rodriguez Garcia, Y. M. (s/f) *Redes de aprendizaje y cerebro, una visión desde la neurociencia cognitiva a los procesos de construcción de conocimiento en entornos digitales. Estudio de Caso Universitario Bogotá Colombia ¿Cómo aprendemos en la sociedad del conocimiento?* Universidad Manuela Beltran. Disponible: http://acceso.virtualeduca.red/documentos/ponencias/puerto-rico/1276-8356.pdf

Rodriguez Guayabán, J. (2015). El papel de las emociones en el aprendizaje autónomo. Tesis de grado. Escuela de Ciencias de la Educación de la UNAD.

Ross, J. A., & Ross, M. (2005). Student assessment in online courses: Research and practice, 1993-2004. *Canadian Journal of University Continuing Education*, *31*(2), 37.

Rosselli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2006). Predictores neuropsicológicos de la lectura en español. *Revista de neurología*, *42*(4), 202-210.

Salas Silva, R. (2003) ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? *Estudios Pedagógico*s, núm. 29, 2003, pp. 155-171Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile. Disponible: http://www.redalyc.org/pdf/1735/173514130011.pdf

Samarasinghe, S. (2016). *Neural networks for applied sciences and engineering: from fundamentals to complex pattern recognition.*USA: Auerbach Publication.

Sánchez-Carpintero, R., & Narbona, J. (2001). Revisión conceptual del sistema ejecutivo y su estudio en el estudiante con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista de Neurología*, *33*(1), 47-53.

Sánchez-Carpintero, R., & Neville, B. G. (2003). Attentional ability in children with epilepsy. *Epilepsia*, *44*(10), 1340-1349.

Sanchez Sierra, S., Santos, M., de Encinales, M. (2005). Reflexionar para mejorar el acto educativo. Educación y educadores, ISSN-e 0123-1294, Nº. 8, 2005, págs. 145-160

Sangrà, A. (2002). A new learning model for the information and knowledge society: The case of the UniversitatOberta de Catalunya (UOC), Spain. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2(2), 16-23.

Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M., & Peretz, I. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(3), 866-876.

Seifert, K. L. (2013). Cognitive development and the education of young children. In *Handbook of research on the education of young children* (pp. 33-46). Routledge.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., & Fletcher, J. M. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological psychiatry*, 55(9), 926-933.

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2004). Reading disability and the brain. *Educational leadership*, *61*(6), 6-11.

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological psychiatry*, 57(11), 1301-1309.

Sierra Gutiérrez, L. (2009) Reseña de “Multitudes inteligentes. La próxima revolución social (Smart Mobs)” de Howard Rheingold *Signo y Pensamiento*, vol. XXVIII, núm. 54, enero-junio, 2009, pp. 382-383

Skliar, C. (2017). *Pedagogía de las diferencias*. Buenos Aires: Noveduc

Strauss, S., Ziv, M., & Stein, A. (2002). Teaching as a natural cognition and its relations to preschoolers’ developing theory of mind. *Cognitive Development*, *17*(3-4), 1473-1487.

Sunkel, G. (2006). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación de América Latina. Una exploración de indicadores. Recuperado de Cepal.org.

Sylvan, L. J., & Christodoulou, J. A. (2010). Understanding the role of neuroscience in brain based products: A guide for educators and consumers. *Mind, Brain, and Education, 4*(1), 1-7.

Talmi, D., & Frith, C. (2007). Neurobiology: feeling right about doing right. Nature, 446(7138), 865.

Tamminen, J., Payne, J. D., Stickgold, R., Wamsley, E. J., & Gaskell, M. G. (2010). Sleep spindle activity is associated with the integration of new memories and existing knowledge. *Journal of Neuroscience*, *30*(43), 14356-14360.

Trujillo, N., & Pineda, D. A. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, *8*(1), 77-94.

Vygotsky, L. S. (1997). *The collected works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology*. London: Springer Science & Business Media.

Wells, J., Barlow, J., & Stewart-Brown, S. (2003). A systematic review of universal approaches to mental health promotion in schools. *Health Education*, 103(4), 197-220.

Young, G. B., & Pigott, S. E. (1999). Neurobiological basis of consciousness. *Archives of Neurology*, *56*(2), 153-157.

BIBLIOGRAFIA

Adell, J., & Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, pedagogías emergentes. *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 13-32.

Alfaro González, M., Vázquez Fernández, M. E., Fierro Urturi, A., Herrero Bregón, B., Muñoz Moreno, M. F., Rodríguez Molinero, L., & la Salud, G. D. E. P. (2015). Uso y riesgos de las tecnologías de la información y comunicación en adolescentes de 13-18 años. *Acta Pediátrica Española*, 73(6), e126-e135.

Area, M., Borrás, J. F., & San Nicolás, B. (2014). La formación del maestro 2.0: el aprendizaje por tareas en entornos b-learning. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 28(1).

Arrufat, M. J. G., & Rivas, M. R. (2014). Compromiso del estudiante y percepción del proceso evaluador basado en rúbricas. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, *12*(1), 197.

Bravo, L. (2014). Neuroscience and education: currentstateofresearchondyslexia/Neurociencias y educación: estado actual de la investigación en dislexias. *Estudios de Psicología*, 35(1), 1-28.

Cancela, M., Flores, K., García, S., & Manzo, A. (2015). *Las condiciones institucionales para la incorporación de las TIC en la escuela secundaria*. In III Jornadas de TIC e Innovación en el Aula (La Plata, 2015).

Cardama, S. M., Gonzales, M., & Sebastián, M. C. (2015). La Sociedad del Conocimiento en el entorno europeo y latinoamericano: el caso de Ecuador y España. *Ciência da Informação*, 41(2/3).

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia*

learning. USA: John Wiley &Sons.

Clavijo, D. F. Á., & Valadez, M. C. (2017). Medición del uso pedagógico de las TIC en una universidad privada de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 73(2), 71-86.

Cochrane, T. D. (2014). Critical success factors for transforming pedagogy with mobile Web 2.0. *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 65-82.

Cortina-Pérez, B., Gallardo-Vigil, M. Á., Jiménez-Jiménez, M. Á., & Trujillo-Torres, J. M. (2014). Digital illiteracy: a challengefor 21st centuryteachers/El analfabetismo digital: un reto de los docentes del siglo XXI. *Cultura y Educación*, 26(2), 231-264.

Darling-Hammond, L. (2010). Teacher education and the American future. *Journal of teacher education*, 61(1-2), 35-47.

del Valle, S. D. (2012). Procesos de aprendizaje colaborativo a través del e-learning 2.0. *Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 8(1), 289-302.

Fernández-Cruz, M. (2015). La formación de profesionales de la Educación. Un enfoque profundo.Un enfoque profundo. Blue Mounds, Wisconsin: Deep UniversityPress. En *Revista Entramados- Educación y Sociedad*, Año 3, No. 3, Febrero 2016 Pp. 161 - 162

Gallego Lema, V., Cristóbal, M., Alberto, J., Arribas Cubero, H., & Rubia Avi, B. (2016). Aprendizaje ubicuo: un proceso formativo en educación física en el medio natural. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2016. Vol 15 (1), pp. 28-35.

Gallistel, C. R., King, A. P., Daniel, A. M., Freestone, D., Papachristos, E. B., Balci, F., &Kourtev, H. (2010). Screening for learning and memory mutations: A new approach. Xin li xue bao. *Acta psychologicaSinica*, 42(1), 138.

García Pérez, R., Rebollo Catalán, M. Á. & García Pérez, C. (2016). Relación entre las preferencias de formación del profesorado y su competencia digital en las redes sociales. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 68(2), 137-153.

Gómez, J. E. (2017). Las TIC como puente cognitivo en el triángulo didáctico. *Miradas*, 1(14), pp. 9-15.

González, F. S. (2005). *Herramientas colaborativas para la enseñanza usando tecnologías web: weblogs, redes sociales, wikis, web 2.0*. In Conferêncianauniversidade de León, León, España.

Gvirtz, S., & Necuzzi, C. (2014). Educación y tecnologías. Las voces de los expertos. *Conectar Igualdad*: Disponible Online: http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL003211.pdf

Herrera Jiménez, A. M. (2015). Una mirada reflexiva sobre las TIC en Educación Superior. *Revista electrónica de investigación educativa*, 17(1), 1-4.

Hinostroza, J. E., Ibieta, A., Labbé, C., &Isaacs, M. A. (2013). *Estudio exploratorio de la relación entre las percepciones y usos de computadores e Internet de apoderados y alumnos de enseñanza media*. Chile: CONICYT.

Islas Torres, C. (2014). El B-learning: un acercamiento al estado del conocimiento en Iberoamérica, 2003-2013. *Apertura*, 6(1), pp. 72-78.

Lazaro, M. N., & Romero, J. M. G. (2015). Orientaciones para la formación didáctica del profesorado novel en las TIC: los entornos 2.0 y el trabajo colaborativo en el aula. Revista*ReferenciaPedagógica*, 3(1), 13-26.

Martínez, M. C. (2015). Los bárbaros. Ensayo sobre la mutación. Alessandro Baricco. *Praxis Educativa*, *19*(2), 51-52.

McKnight, K., O'Malley, K., Ruzic, R., Horsley, M. K., Franey, J. J., & Bassett, K. (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology

to improve student learning. *Journal of research on technology in education*, 48(3), 194-211.

Morán, L. (2015). Implementaciones del currículum abierto y competencias docentes para la formación online de nivel superior. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, *6*(10), 54-62.

Ottenbreit-Leftwich, A. T., Glazewski, K. D., Newby, T. J., &Ertmer, P. A. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Computers & education*, 55(3), 1321-1335.

Paz, L. y Benedetti, D. (2011) Aclaraciones conceptuales del modelo 1:1. Un estado del arte tamizado. *Viejas tecnologías*, [en línea], 2 de febrero. Disponible en: http://nuevastecnologiasvsviejastecnologias.blogspot.com/2011_02_01_archive.html

Pérez Tornero, J. M., & Tejedor, S. (2014). *Guía de tecnología, comunicación y educación para profesores: preguntas y respuestas.*Barcelona : Editorial UOC.

Pérez, Ó. M. M. G., Almenara, J. C., & Sampedro, B. S. (2016). Valoraciones de la "Aceptación de la Tecnología de Formación Virtual" por profesores universitarios asistentes a un curso de formación virtual. *Edutec.Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 4(56), 21-29.

Rangel, S. H., Martínez, R. A., Teherán, P., & León, J. C. (2016). Diseño e implementación, apoyada en Tecnologías de la Información y la Comunicación, de una unidad temática para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista Teckne*, 11(1), 12-18.

Rokenes, F. M., & Krumsvik, R. J. (2016). Prepared to teach ESL with ICT? A study of digital competence in Norwegian teacher education. *Computers & Education*, 97, 1-20.

Romero Ariza, M., & Quesada Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 0101-115.

Salas, M. D. L. S. L. (2016). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación en América Latina: una política educativa. *Cepal*, Vol. 126, pp. 63-70.

Toro Arévalo, S. (2010). Neurociencias y aprendizaje… texto en construcción. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 36(2), 313-331.

Vacchieri, A. (2013). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso Argentina.*Buenos Aires: UNICEF.

Valle, J. M. (2012). Supranational Policy of Education: A New Field of Knowledge for Addressing the Educational Policies in a Global World. *Revista Española de Educación Comparada*, (20), 109-144

Villanueva-Mansilla, E., & Olivera, P. (2012). Barreras Institucionales para el Desarrollo de una Innovación: Evaluando la Implementación de las Computadoras XO-1 en dos Escuelas Periurbanas del Perú (Español). Information *Technologies & International Development*, 8(4), pp-191.

Wanner, T., & Palmer, E. (2015). Personalising learning: Exploring student and teacher perceptions about flexible learning and assessment in a flipped university course. *Computers & Education*, 88, 354-369.